

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PROGRAMA REGIONAL DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E  
MEIO AMBIENTE – PRODEMA

ANA CRISTINA NOVELINO PENNA FRANCO

**MONITORAMENTO E CONSERVAÇÃO DE CAVALOS- MARINHOS  
(Syngnathidae – *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933)) NO ESTUÁRIO DO RIO  
VAZA-BARRIS - SE**

ORIENTADOR: ADAUTO DE SOUZA RIBEIRO  
CO-ORIENTADOR: ROBERTO SCHWARZ JUNIOR

ARACAJU

2016

ANA CRISTINA NOVELINO PENNA FRANCO

**MONITORAMENTO E CONSERVAÇÃO DE CAVALOS- MARINHOS  
(Syngnathidae – *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933)) NO ESTUÁRIO DO RIO  
VAZA-BARRIS - SE**

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor, pelo Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal de Sergipe.

ORIENTADOR: ADAUTO DE SOUZA RIBEIRO

CO-ORIENTADOR: ROBERTO SCHWARZ JUNIOR

ARACAJU

2016

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

F825m Franco, Ana Cristina Novelino Penna  
Monitoramento e conservação de cavalos-marinhos  
(Syngnathidae – *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933)) no  
estuário do Rio Vaza-Barris - SE / Ana Cristina Novelino Penna  
Franco ; orientador Adauto de Souza Ribeiro. – São Cristóvão,  
2016.  
108 f. : il.

Tese (doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) –  
Universidade Federal de Sergipe, 2016.

1. Cavalos-marinhos. 2. Biodiversidade marinha -  
Conservação. 3. Sustentabilidade e meio ambiente. 4. Estuários. 5.  
Vaz-Barris, Rio, Bacia (BA e SE). I. Ribeiro, Adauto de Souza,  
orient. II. Título.

CDU: 597.556.255(813.7)

ANA CRISTINA NOVELINO PENNA FRANCO

**MONITORAMENTO E CONSERVAÇÃO DE CAVALOS- MARINHOS  
(Syngnathidae – *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933)) NO ESTUÁRIO DO RIO  
VAZA-BARRIS -**

Tese apresentada como  
requisito parcial para a obtenção  
do título de Doutor, pelo Núcleo  
de Pós-Graduação em  
Desenvolvimento e Meio  
Ambiente da Universidade  
Federal de Sergipe.

Aprovado em 27 de outubro de 2016

**BANCA EXAMINADORA**

Adauto de Souza Ribeiro – Universidade Federal de Sergipe



Antonio Vital Menezes de Souza – Universidade Federal de Sergipe

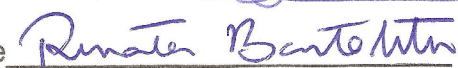
Juliana Schober Gonçalves Lima – Universidade Federal de Sergipe



Bruno Jackson Melo de Almeida – Fundação Mamíferos Aquáticos



Renata Bartolette – Universidade Federal de Sergipe



## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente ao Programa de Desenvolvimento e Meio Ambiente – PRODEMA – pela oportunidade de realizar meu doutorado. Agradeço à Fundação de Apoio à Pesquisa e à Inovação Tecnológica do Estado de Sergipe – FAPITEC – pela concessão da bolsa de doutorado durante 30 meses deste processo. Agradeço a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza pelo apoio ao projeto.

Tenho muito a agradecer ao Professor Adauto, meu orientador, pela oportunidade, pelo apoio e pela confiança na realização deste trabalho. Também gostaria de agradecer ao Professor Roberto, idealizador do projeto, pela parceria profissional e pessoal em todos os momentos.

Agradeço a equipe executora do projeto: Curega, grande pescador e nosso guia; Marcel; Crislayne; Márcia; Camilo; Alan; Priscila; Analee; Rosualdo; Daniel. Cada um foi peça fundamental na elaboração deste documento.

Gostaria de agradecer aos membros da banca de qualificação pelas contribuições dadas ao presente trabalho: Doutores Andressa Sales Coelho, Douglas Fernandes Rodrigues Alves e Juliana Schober Goncalves Lima.

Agradeço a minha querida Ju, minha amiga mais que especial, pelo apoio contínuo, pela amizade sincera e pela correção do abstract.

Aos amigos de Aracaju: Raquel, Amaury, Pedro, César, Carol, Tiago, Alanna, Analee, e à família Lago Paranoá, agradeço os diversos momentos de alegria e cumplicidade. À minha querida amiga, vizinha, comadre e babá nas horas vagas: Carol, obrigada por me salvar na qualificação e na defesa!

Por fim, agradeço a minha família pelo apoio contínuo e verdadeiro: Mariza, Aluízio, Ignêz, Robert, Duda e Nina. Podem ter certeza que tudo que faço é pensando em vocês. Vocês são meu Norte Verdadeiro!

Robert, sua presença sempre foi fundamental neste projeto e em minha vida. Agradeço pela paciência, pela força, pelo apoio, pela ajuda intelectual e emocional, por me fazer continuar. Sempre te admirei como homem e como profissional, pelo seu bom caráter, pela sua inteligência, pela sua bondade e pela sua paixão pela vida e pelos peixes. Desejo que ainda possamos construir muitas coisas boas juntos. Amoocê!

**“As pessoas protegem aquilo que amam.”**

**Jacques Cousteau**

## RESUMO

O trabalho foi realizado no Complexo Estuarino do Rio Vaza-Barris, área próxima à cidade de Aracaju. O objetivo geral deste estudo é analisar o padrão de ocorrência, estrutura populacional e aspectos ecológicos do *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933), de modo a buscar a conservação desses peixes. Foram realizadas 21 coletas mensais, de setembro de 2013 até maio de 2015. Foram feitas 473 observações de cavalos-marinhos, em três pontos de amostragem: Riacho da Baleia, com 279 observações, Viral, com 105 observações e Caruara, com 89 observações. O comprimento dos cavalos-marinhos observados variou de 2,1 cm até 19,2 cm, e a média geral foi de 14,4 cm. Em todo o período amostral, foram encontrados mais indivíduos machos que fêmeas, e muito mais indivíduos adultos que juvenis. A densidade populacional variou significativamente de acordo com o ponto de coleta, porém esta não variou significativamente ao longo do tempo. Foram encontrados indivíduos em estágio do ciclo reprodutivo em quase todos os meses de amostragem, sendo que os picos de reprodução ocorreram em fevereiro de 2014, julho de 2014 e outubro de 2014. A partir de janeiro de 2014, foram iniciadas as marcações com elastômeros nos peixes observados, sendo marcados 232 indivíduos. Através da marcação e recaptura, a densidade populacional foi estimada em 294 peixes no Riacho da Baleia, 69 no Viral e 65 no Caruara. Em média, o crescimento dos peixes monitorados foi de 0,8 cm por mês, sendo que fêmeas e machos tiveram o padrão de crescimento bem próximos. Já o padrão de crescimento de acordo com as classes de tamanho obteve variação. As maiores médias nas taxas de crescimento ocorreram em abril, maio e junho. Foram observados 26 casais, 11 duplas de machos, 3 duplas de fêmeas, duas duplas de machos com indivíduos juvenis e nove grupos com três ou mais cavalos-marinhos. Ao longo do tempo, cinco casais se mantiveram juntos, duas duplas de machos com juvenis, e uma dupla de machos. Os dados relacionados ao agrupamento dos cavalos-marinhos indicam que existe fidelidade ao parceiro, e demonstram o comportamento social altamente estruturado dos cavalos-marinhos. A distribuição dos peixes no ambiente foi monitorada, e os dados corroboram a literatura na questão relacionada à fidelidade ao hábitat. Nenhum peixe recapturado se locomoveu para outro ponto monitorado do estuário. Conclui-se que existe uma população de cavalos-marinhos da espécie *H. reidi* distribuída em manchas no estuário do rio Vaza-Barris, que é encontrada ao longo de todo ano, e que possui

baixa mobilidade, e se movimenta de acordo com a maré, mudando de localização, mas permanecendo sempre nas mesmas regiões. A área estudada possui diversas fontes de impacto antrópico, tais como pesca profissional e recreativa, bares flutuantes, navegação de lanchas e jet-skis, construção de casas e condomínios, e necessita de ações e políticas que limitem os diferentes usos desses locais, com o objetivo de conservar a biota em geral, e especificamente, a espécie *H. reidi*, que figura atualmente como vulnerável à extinção. As áreas de residência dessas populações de cavalos-marinhos devem ser delimitadas e atividades antrópicas de maior impacto devem ser evitadas. Além disso, deve-se evitar a supressão da vegetação de manguezal, já que esse substrato é fundamental para que os cavalos-marinhos continuem nestes locais. Através da implantação de projetos de gestão comunitária de recursos pesqueiros, o *H. reidi* pode se tornar uma espécie bandeira para o estuário do Rio Vaza-Barris, possibilitando a execução de projetos de conservação e ecoturismo na região.

Palavras-chave: cavalos–marinhos; marcação; bioelastômero; *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933); conservação; Vaza-Barris; planejamento ambiental.



## ABSTRACT

The study was conducted in the Estuarine Complex of Vaza-Barris River, an area near to city of Aracaju, Sergipe State, Brazil. The aim of this study is to analyze the pattern of occurrence, population structure and ecological aspects of *H. reidi* in order to find out ways for the conservation of these animals. In total 21 monthly samplings from September 2013 to May 2015 were carried out. 473 observations of seahorses were done in three sampling points: Riacho da Baleia point (total of 279 observations), Viral point (total of 105 observations) and Caruara point (total of 89 observations). The length of the seahorses observed ranged from 2.1 cm to 19.2 cm, and the overall length mean was 14.4 cm. All over the sample period more male individuals than female individuals were found likewise more adult individuals than juveniles. The population density showed significant differences according to the collection point, but this has not varied significantly over time. Individuals have been found in stage of the reproductive cycle in almost every month of sampling, and the reproductive peaks occurred in February 2014, July 2014 and October 2014. Starting January 2014, the markings were initiated for the observed organisms using elastomers and 232 individuals were marked. Through the mark-recapture, population density was estimated at 294 fish in Riacho da Baleia point, 69 fish in Viral point and 65 fish in Caruara point. The growth of the tracked organisms showed an average of 0.8 cm per month, and male and female individuals showed quite similar pattern of growth. The variations related to the growth pattern according to size classes was obtained and it showed the highest average growth rates in April, May and June. In total 26 couples, 11 pairs of males, 3 pairs of females, two pairs of males with juveniles and nine groups with three or more seahorses were observed. Throughout time, five couples, two pairs of male with juvenile, in the same way that a pair of males, remained together. The data about the clustering of seahorses indicate that there is fidelity to the partner, and demonstrate the highly structured social behavior of seahorses. The spatial fish distribution in the environment was monitored and the results corroborate the literature as it relates to loyalty to the habitat. No fish recaptured moved to another point monitored within the estuary. It was concluded that there is a population in the estuary of the Vaza-Barris River of seahorses *H. reidi* which is found throughout the year distributed in patches of low mobility, moving according to the tide and changing

location, but always remaining within the same areas. The study area gets the impact of various anthropogenic sources, such as professional and recreational fishing, floating bars, boats navigation and jet-skis, construction of houses and condominiums, requiring actions and policies that limit the multiple uses of the region in order to conserve the biota in general and specifically the species *H. reidi*, which appears today as vulnerable to extinction. The areas used as home for the populations of seahorses must be delineated and human activities with the greatest impact should be avoided in those locations. Also the removal of mangrove vegetation should be avoided since this substrate is essential for the Seahorses continue surviving on such sites. Through the implementation of community management projects of fishery resources, the *H. reidi* can become a flagship species for the estuary of the Vaza-Barris River, allowing the implementation of conservation projects and ecotourism in the region.

Key-words: seahorses; markings; bioelastomer; *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933); conservation; Vaza-Barris; environmental planning.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – A) Mapa do Estado de Sergipe com destaque para o estuário do Rio Vaza-Barris; B) Mapa do Estuário do Rio Vaza-Barris C) Imagem da porção inferior do Estuário do Rio Vaza-Barris com os locais de coleta.....	27
Figura 2 – Imagem e foto do ponto Viral. ....	29
Figura 3 – Imagem e foto do ponto Caruara ....	29
Figura 4 – Imagem e foto do ponto Riacho da Baleia.....	30
Figura 5 – Embarcação utilizada nas coletas do trabalho ....	31
Figura 6 - <i>Hippocampus reidi</i> (GINSBURG, 1933) fêmea sendo medida.....	32
Figura 7 – Indivíduo sendo marcado em campo.....	34
Figura 8 – Indivíduo já marcado com as colorações vermelho e amarelo.....	34
Figura 9 – Análise temporal do ph.....	40
Figura 10 – Análise temporal da temperatura da água.....	41
Figura 11 – Análise temporal da salinidade.....	42
Figura 12 - Indivíduos observados de acordo com sexo e local.....	43
Figura 13 – Análise temporal do número de observações.....	43
Figura 14 – Análise temporal e espacial das observações.....	44
Figura 15 – Fotos dos cavalos-marinheiros observados.....	46
Figura 16 – Distribuição dos cavalos-marinheiros observados de acordo com a coloração.....	47
Figura 17 – Uso do substrato de apoio pelos cavalos-marinheiros.....	48
Figura 18 – Análise temporal do ciclo reprodutivo.....	49
Figura 19 – Análise espacial da densidade populacional.....	51
Figura 20 – Análise temporal da densidade populacional.....	52
Figura 21 - Proporção de novos indivíduos em relação aos recapturados.....	54
Figura 22 – Estimativa de densidade populacional para o ponto Riacho da Baleia.....	55
Figura 23 – Estimativa de densidade populacional para o ponto Viral.....	56
Figura 24 – Estimativa de densidade populacional para o ponto Caruara.....	57
Figura 25 – Curva de crescimento dos cavalos-marinheiros monitorados.....	64
Figura 26 – Crescimento ( $\Delta L / \Delta t$ ) agrupado por períodos.....	65

Figura 27 – Agrupamentos dos casais monitorados.....	67
Figura 28 – Casal encontrado junto durante amostragem.....	68
Figura 29 – Deslocamento da dupla 4 e 42.....	69
Figura 30 – Deslocamento do casal 17 e 54... ..	69
Figura 31 – Deslocamento do casal 31 e 108. ....	70
Figura 32 - Mapas do padrão de movimentação dos peixes monitorados no ponto Viral.....	75
Figura 33 - Mapas do padrão de movimentação dos peixes monitorados no ponto Caruara.....	77
Figura 34 - Mapas do padrão de movimentação dos peixes monitorados no ponto Riacho da Baleia.....	78
Figura 35 – Cavalos-marinhos sendo vendidos na Feira de Glória.....	94

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de comprimento total e largura dos indivíduos observados.....	45
Tabela 2 – Teste de Tukey para variação da densidade populacional entre os pontos.....	52
Tabela 3 – Valores das densidades populacionais por mês.....	53
Tabela 4 – Padrão de crescimento dos indivíduos monitorados – peixes que tiveram seu comprimento total menor que 10 cm na primeira vez que foram monitorados.....	58
Tabela 5 – Padrão de crescimento dos indivíduos monitorados – peixes que tiveram seu comprimento total entre 10 e 15 cm na primeira vez que foram monitorados.....	58
Tabela 6 – Padrão de crescimento dos indivíduos monitorados – peixes que tiveram seu comprimento total maior que 15 cm na primeira vez que foram monitorados.....	60
Tabela 7 – Relação entre idade e altura dos cavalos-marinhos monitorados.....	63
Tabela 8 – Informações sobre deslocamentos individuais dos peixes observados.....	71

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>13</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....</b>	<b>16</b>
2.1 Caracterização do gênero <i>Hippocampus</i> .....	16
2.2 Caracterização da espécie <i>Hippocampus reidi</i> (GINSBURG, 1933).....	17
2.3 O Comércio de cavalos-marinhos.....	21
2.4 A Marcação de Peixes como Ferramenta Ecológica.....	23
<b>3 METODOLOGIA DA PESQUISA.....</b>	<b>26</b>
3.1 Área de Estudo.....	26
3.2 Coleta de dados.....	30
3.3 Marcação e Recaptura.....	32
3.4 Análise dos Dados .....	34
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>40</b>
4.1 Fatores abióticos.....	40
4.2 Características ecológicas.....	42
4.3 Densidade e Tamanho Populacional de <i>H. reidi</i> no estuário do rio Vaza-Barris.....	49
4.4 Monitoramento de exemplares de cavalos-marinhos através do método de marcação e recaptura.....	54
4.4.1 Estimativas de densidade.....	54
4.4.2 Padrões de crescimento.....	57
4.4.3 Fidelidade ao parceiro e composição de grupos.....	65
4.4.4 Fidelidade ao hábitat.....	71
<b>5. PROPOSTAS DE GESTÃO PARA A ESPÉCIE.....</b>	<b>92</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>96</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>98</b>
<b>APÊNDICES.....</b>	<b>104</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A atividade humana no ambiente marinho tem causado declínio nas espécies em todo o mundo. A sobrepesca, a poluição, a introdução de espécies exóticas, as mudanças climáticas e a perda do hábitat vêm ameaçando as espécies marinhas ao longo do tempo. Pela lista vermelha da IUCN (*International Union for Conservation of Nature*), aproximadamente 800 espécies de peixes marinhos estão ameaçadas, sendo que dentre estes, 11 espécies da Família Syngnathidae (HARASTI *et al.*, 2014). A Família Syngnathidae possui como representantes os cavalos-marinhos e os peixes-cachimbo, que se diferenciam pela presença de uma série de anéis ósseos articulados, e no caso especial do gênero *Hippocampus*, ao qual pertencem os cavalos-marinhos, a presença de uma cauda preênsil e a cabeça formando um ângulo aproximadamente reto em relação ao eixo longitudinal do corpo.

As espécies de *Hippocampus* são em geral monogâmicos e formadores de casais na natureza (LOURIE *et al.*, 1999), e todas apresentam cuidado parental vital (FOSTER e VINCENT, 2004). Além disso, estudos tem demonstrado que cavalos-marinhos possuem alta fidelidade ao hábitat (PERANTE *et al.*, 2002), comportamento social altamente estruturado (VINCENT e SADLER, 1995), esparsa distribuição, baixa mobilidade e baixa fecundidade. No Brasil, existem três espécies do gênero *Hippocampus*. O *Hippocampus erectus* (PERRY, 1810), ocorre no Atlântico Sul Ocidental, ao longo de toda a costa brasileira até a Argentina, habitando tipicamente manguezais, baías, recifes costeiros e prados submersos. O *Hippocampus patagonicus* (PIACENTINO e LUZZATO, 2004) ocorre no Atlântico Ocidental, de Pernambuco até a Argentina, onde vive tipicamente em manguezais, baías, recifes costeiros e prados submersos; e o *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933), que ocorre também no oceano Atlântico Ocidental, do Cape Hatteras (EUA) à Argentina, habitando tipicamente manguezais, baías, recifes costeiros e prados submersos (ICMBIO, 2015).

As espécies de cavalos-marinhos no Brasil foram exploradas para uso na aquariofilia ou comercializadas secas para distintas finalidades, tais como enfeites e remédios populares (ROSA *et al.*, 2002, ROSA *et al.*, 2005). Esta exploração, associada à degradação dos ambientes costeiros, levou as três espécies a serem consideradas vulneráveis na lista das espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção (Portarias MMA nº 444/2014 e nº 445/2014), a figurarem na lista vermelha da

IUCN como vulneráveis à extinção (IUCN, 2008) e na *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna e Flora* (CITES, 2004). A espécie *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933) encontra-se incluída, desde 2004, no Apêndice II da Lista Nacional de Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexplotados ou Ameaçados de Sobreexploração, de acordo com a Instrução Normativa nº 05, de 21 de maio de 2004, do Ministério do Meio Ambiente. Vincent (1996a) sugere que várias populações naturais de cavalos-marinhos estão ameaçadas de extinção, principalmente devido à pesca predatória. Este autor estimou que anualmente sejam comercializados mais de 20 milhões de exemplares de cavalos-marinhos em todo o mundo.

Como agravante, apesar de serem altamente explorados, os cavalos-marinhos não entram nos registros oficiais das estatísticas pesqueiras no país, e existem poucos trabalhos direcionados à compreensão das populações de cavalos-marinhos em seus habitats naturais, sendo que esta ausência de dados tem impossibilitado que se compreenda a real suscetibilidade ao declínio populacional.

Cavalos-marinhos são considerados excelentes espécies-bandeira (DIAS e ROSA, 2003; ROSA *et al.*, 2007). Dessa forma, estudos que visem à compreensão de densidade e tamanho populacional, além de outras informações bioecológicas de cavalos-marinhos, fornecem subsídios e informações básicas para a determinação do status de conservação da espécie. Apesar de serem consideradas importantes espécies-bandeira, e da espécie ser enquadrada como vulnerável pelo Ministério do Meio Ambiente, ainda pouco se conhece sobre o padrão de ocorrência e estrutura populacional de *H. reidi* no estuário do Rio Vaza-Barris, fazendo-se necessária a condução de estudos sobre o estado populacional desta espécie, como ferramentas fundamentais para a elaboração de planos de manejo e conservação.

Considerando isso, o objetivo geral do presente estudo é analisar o padrão de ocorrência, estrutura populacional e aspectos ecológicos do *H. reidi*, de modo a buscar a conservação desses peixes, e elaborar propostas de gestão para a área estudada, que envolvam as diversas comunidades e atividades que existem no entorno da área. Para alcançar o objetivo geral, temos como objetivos específicos:

- analisar os principais fatores abióticos das áreas estudadas;

- calcular a densidade e o tamanho da população de cavalos marinhos nas áreas estudadas;
- analisar características ecológicas, tais como coloração, reprodução, tamanho e uso do substrato;
- monitorar exemplares de cavalos-marinhos através do método de marcação e recaptura; e
- propor medidas de gestão para conservação da espécie estudada.



## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Caracterização do gênero *Hippocampus*

Os cavalos-marinhos são membros da família *Syngnathidae*, da qual também fazem parte os peixes-cachimbo, cavalos-cachimbo e dragões-marinhos, totalizando 52 gêneros (NELSON, 2006). Essa família é facilmente identificável devido a morfologia diferenciada dos seus representantes, que inclui o corpo formado por uma série de anéis ósseos e a boca localizada na extremidade de um focinho tubular (NELSON, 2006; THOMSOM *et al.*, 2000; MICHAEL, 2001; KUITER, 2009). Todas as espécies de cavalos-marinhos são agrupadas em um único gênero, *Hippocampus*, que se caracteriza pela posição da cabeça formando ângulo reto em relação ao eixo do corpo, por sua cauda preênsil, utilizada para se prender a substratos de apoio como algas, corais e plantas de mangue (ROBINS; RAY, 1986; SMITH, 1997; LOURIE *et al.*, 2004; KUITER, 2009), e pela presença de uma bolsa incubadora nos machos, da qual os filhotes saem como adultos em miniatura, totalmente independentes (LOURIE *et al.*, 1999, 2004; FOSTER; VINCENT, 2004).

A habilidade da prensa dorso-ventral no gênero *Hippocampus* é uma das modificações mais impressionantes na história evolutiva dos peixes. Os cavalos-marinhos, e mais alguns poucos peixes da família *Syngnathidae* são os únicos peixes que conseguem dobrar a cauda em espiral, usando-a como um apêndice preênsil. Os cavalos-marinhos usam suas caudas para ficarem fixos ao substrato na maior parte do tempo. A natação é altamente especializada através de oscilações da nadadeira dorsal, sendo que esses peixes possuem baixa velocidade de natação e alta capacidade de manobrabilidade, o que é muito importante por viverem em ecossistemas que possuem obstáculos complexos, como os recifes de corais e vegetação submersa (BRUNER e BARTOLINO, 2008). A cauda dos cavalos-marinhos também possui um importante papel no seu comportamento social, já que os machos as usam para se prender uns aos outros na disputa pelas fêmeas, sendo as caudas também utilizadas no ritual de acasalamento (VINCENT, 1994).

Além de sua morfologia bastante diferenciada, as espécies do gênero apresentam grande variação nos padrões de colorido e algumas podem desenvolver filamentos dérmicos que auxiliam na sua camuflagem.

Em relação à distribuição, os cavalos-marinhos podem ser encontrados em todo o mundo, entre as latitudes 50° N e 50° S (LOURIE *et al.*, 1999). No geral, habitam águas litorâneas rasas, podendo também ser encontrados em profundidades maiores, de 40 a 100 m (FOSTER; VINCENT, 2004), principalmente em ambientes protegidos de correntes muito fortes (MICHAEL, 2001). A literatura indica que no geral a densidade de cavalos-marinhos tende a ser baixa e que estes se distribuem em manchas (FOSTER e VINCENT, 2004). O início do ciclo de vida dos cavalos-marinhos se dá por um estágio pelágico no qual a prole se dispersa, sendo sua distribuição influenciada pelas marés e pelas correntes. Posteriormente, ocorre a descida dos indivíduos para a zona bentônica, onde permanecem até o final da fase adulta. Após uma fase inicial planctônica, os cavalos-marinhos passam a ter distribuição agregada, ocorrendo de forma descontínua no ambiente (LOURIE *et al.*, 1999).

Em relação à alimentação, os cavalos-marinhos são predadores de emboscada, geralmente diurnos (FOSTER; VINCENT, 2004), que consomem primariamente presas vivas por sucção (JAMES; HECK, 1994; BERGET; WAINWRIGHT, 1997).

Os filhotes de cavalos-marinhos pouco se modificam morfologicamente com o crescimento, embora algumas proporções corporais se alterem. Os poucos estudos de crescimento e idade realizados no gênero *Hippocampus* sugerem que este grupo tem crescimento rápido (WOODS, 2000; JOB *et al.*, 2002; CURTIS; VINCENT, 2006).

Em ambiente natural, filhotes de cavalos-marinhos são altamente vulneráveis à predação (FOSTER; VINCENT, 2004), sendo que nas fases iniciais ocorrem as maiores taxas de mortalidade natural. Os indivíduos adultos, por sua vez, parecem ter baixas taxas de mortalidade natural, estando esse fato possivelmente associado à existência de poucos predadores naquela fase (LOURIE *et al.*, 1999; FOSTER; VINCENT, 2004).

## **2.2 Caracterização da espécie *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933)**

No Brasil, o *H. reidi* tem seu limite norte de distribuição no Pará (ROSA, 2005), sendo o limite sul, a Lagoa dos Patos, no Rio Grande do Sul (CHAO *et al.*, 1982). O *Hippocampus reidi* é a espécie dominante no Norte e Nordeste brasileiro, onde são registradas suas densidades mais altas (ROSA *et al.*, 2007).

Dados coletados em campo e em laboratório sugerem que a mudança para a fase de vida bentônica ocorre entre os 15 e os 30 dias de vida no *H. reidi* (ROSA *et al.*, 2007; HORA; JOYEUX, 2009). Nessa fase, apresentam fidelidade de sítio, tendendo a permanecer em uma mesma área por períodos relativamente extensos. O *Hippocampus reidi*, na costa brasileira, habita ambientes estuarinos, recifais, costões rochosos, bancos de vegetação submersa e praias arenosas (ROSA *et al.*; 2002; ROSA, 2005), onde geralmente são encontrados de forma solitária ou também em pequenos grupos de até sete indivíduos (ROSA *et al.*, 2007). Utiliza grande variedade de componentes da estrutura do habitat, tais como plantas de mangue, macroalgas e diversos tipos de invertebrados, tendo sido também avistados sobre substrato lamoso ou utilizando abrigos ou peixes incrustados em píer de madeira (DIAS; ROSA, 2003). Indivíduos jovens e adultos de *H. reidi* podem ser encontrados bem próximos à superfície (ROSA *et al.*, 2007). A ocorrência em águas rasas é um facilitador das capturas para fins ornamentais. As densidades populacionais registradas para a espécie no Brasil variaram de 0,0023 a 0,066 indivíduos/m<sup>2</sup> (ROSA *et al.*, 2007).

A reprodução do *H. reidi* se dá ao longo do ano, sendo registrados picos reprodutivos nos meses de outubro a fevereiro, na maioria das localidades estudadas (ROSA *et al.*, 2007). Os ovos desta espécie medem de 1,5 mm a 2,0 mm (SILVEIRA, 2001) e o período de incubação é de 14 dias, entre 25 °C e 31°C (FEZER, G. F. com. pess., 2009; LAPEC, dados não publicados). A altura média de primeira maturação de *H. reidi* em ambiente natural foi estimada entre 10 cm (MAI, 2008) e 12,3 cm (SILVEIRA, 2005), enquanto a altura média de primeira reprodução foi estimada em 12,4 cm (MAI, 2008). No ambiente natural, a idade média de primeira maturação foi estimada em aproximadamente 7 meses (SILVEIRA, 2005; MAI, 2008) e a idade média da primeira reprodução em aproximadamente 10 meses (MAI, 2008). Já em condições de laboratório, a maturidade sexual foi atingida em menos de 4 meses de idade (HORA e JOYEUX, 2009).

O *Hippocampus reidi* produz entre 213 (SILVEIRA, 2005) e 1.500 filhotes (FEZER, G. F. com. pess., 2009), por evento reprodutivo, com altura média de 0,6 cm (SILVEIRA, 2005; ROSA *et al.*, 2007). Em cativeiro, a espécie pode reiniciar comportamentos de acasalamento entre 24 e 48 horas após a liberação da prole (SILVEIRA, 2005; LAPEC, dados não publicados). A diferenciação sexual tem início entre 60 e 90 dias de vida (HORA e JOYEUX, 2009). São animais vorazes, capazes

de consumir grandes quantidades diárias de presas. Estudos iniciais acerca de hábitos alimentares sugerem a importância de crustáceos como copépodos, anfípodos, carídeos, nemátodos e misidáceos como principais componentes da dieta do *H. reidi* (FOSTER; VINCENT, 2004; HORA; JOYEUX, 2009).

Para o *H. reidi*, o maior valor de altura assintótica ( $L_{\infty}$  - parâmetro que expressa a altura média que a espécie alcançaria se crescesse indefinidamente) encontrado para machos e fêmeas foi de 20 cm, e a longevidade estimada para a espécie em ambiente natural foi de 30 meses (MAI, 2008).

No litoral do Piauí, no estuário de Camurupim/Cardoso foram realizados estudos com o *H. reidi*, de modo a embasar o pedido de criação de uma área de proteção integral. Na área estudada foram encontrados indivíduos desta espécie ao longo de todo o ano, mostrando existir uma população residente, e foi registrada uma alta densidade populacional (0,04 ind.m<sup>-2</sup>). Neste trabalho, com o objetivo de evitar a recontagem dos peixes, foi realizada a marcação de indivíduos maiores de 7 centímetros, sendo que estes foram marcados por meio da combinação de seis cores de arames emborrachados e 11 cores de borrachas. Foram observados 647 indivíduos, e o estudo mostrou uma proporção equilibrada entre machos e fêmeas, e relatou a observação de alguns casais, corroborando estudos anteriores que mostravam que essa espécie possui fidelidade ao parceiro. Foram identificados vinte substratos de apoio diferentes, sendo o mais utilizado a raiz do mangue branco (*Laguncularia racemosa*) (MAI e ROSA, 2009).

Castro *et al.* (2008) estudaram a composição da dieta do *H. reidi* no estuário de Mamanguape, na Paraíba, através da análise do conteúdo estomacal de 170 indivíduos. A análise da dieta mostrou que o *H. reidi* possui uma dieta generalista, sendo que as presas mais consumidas são nemátodos e copépodos harpaticóides, sendo que formigas e ovos (provavelmente de crustáceos e moluscos) foram considerados alimentos importantes para indivíduos menores que 10 centímetros. Peixes gobídeos e copépodos são alimentos importantes para indivíduos maiores que 10 centímetros, enquanto camarões carídeos são altamente consumidos por indivíduos maiores que 12 centímetros. O estudo sugere que o *H. reidi* tem uma estratégia alimentar especialista nos primeiros estágios de vida, consumindo pequenas presas plantônicas, porém, com o seu crescimento, passa a ter uma estratégia generalista, se alimentando principalmente de peixes bentônicos.

Freret-Meurer e Andreatta (2008) estudaram a população de *H. reidi* na praia de Araçatiba, que faz parte da Área de Proteção Ambiental de Ilha Grande, Rio de Janeiro. Durante o estudo, em 175 m<sup>2</sup>, foram marcados visualmente 20 indivíduos, sendo 15 fêmeas e 5 machos. A densidade de indivíduos variou de 0 a 0,4 m<sup>2</sup>, na média de  $0,18 \pm 0,089$  m<sup>2</sup>. A densidade populacional sofreu um significativo decréscimo ao longo dos dois anos de estudo. A proporção de machos para fêmeas foi de 1:3, com a proporção mensal de 1:1, e a média de machos e fêmeas durante o estudo não variou significativamente. O estudo também sugeriu que as fêmeas preferem áreas mais profundas, e mostrou que a densidade e a proporção entre machos e fêmeas estão diretamente relacionadas com a época reprodutiva, sendo que as maiores densidades foram encontradas em áreas mais profundas. Neste estudo “in situ” observou-se a interação entre dois machos, que sugeriu uma disputa territorial na época reprodutiva, sendo este um comportamento normal em peixes distribuídos em manchas ou sedentários.

Freret-Meurer *et al.* (2009) caracterizaram o padrão de atividade durante o período diurno do *H. reidi* em cinco praias do Rio de Janeiro. Foram realizadas observações comportamentais durante 90 horas, sendo observados machos incubando, machos não incubando e fêmeas. Os cavalos-marinhos apresentaram comportamento bastante ativo, tendo sido predominante o comportamento de natação e alimentação. Os machos em estado de incubação apresentaram comportamento limitado, sendo mais ativos nos horários de alta intensidade luminosa. Provavelmente o incremento da massa corporal que ocorre durante a incubação dos filhotes limita a locomoção e torna estes machos mais sedentários. Os comportamentos reprodutivos e de defecação foram registrados com baixa frequência. O estudo concluiu que os cavalos-marinhos são animais bastante ativos ao longo do dia, e que apesar de se locomoverem em espaço limitado, executam diversos comportamentos com elevada frequência e intensidade.

Em um estudo que analisou a ictiofauna associada às raízes de mangue do Rio Pacoti, no Ceará, a espécie *H. reidi* foi considerada uma das mais frequentes, sendo vista em 80% dos censos realizados, e também foi considerada abundante, representando 4% do total dos indivíduos avistados. Os autores apontam a importância da preservação do manguezal para a conservação do cavalo-marinho (OSÓRIO *et al.*, 2011).

## 2.3 O Comércio de cavalos-marinhos

O mercado de peixes ornamentais envolve um grande número de espécies, estimando-se que mais de um bilhão de peixes são comercializados por ano no mundo, incluindo mais de 4000 espécies de peixes de água doce e 1400 espécies marinhas. Esse comércio é baseado na pesca extrativa, e está concentrado nas regiões tropicais, especialmente na Indonésia, Filipinas, Brasil, Maldivas, Vietnã, Sri Lanka e Havaí, sendo que o maior mercado consumidor está nos Estados Unidos, Europa e Japão (SAMPAIO, 2015).

O comércio do gênero *Hippocampus* envolve mais de 25 milhões de cavalos-marinhos por ano no mundo (PROJECT SEA HORSE, 2009), e embora não existam estudos comprovando que esses peixes possuem propriedades de cura, as pessoas, principalmente na China, continuam usando esses animais para o tratamento de doenças como asma, artrite, bócio, impotência, distúrbios renais e enfermidades de pele (VINCENT, 1996b). No Brasil, os povos ribeirinhos usam esses peixes no tratamento para asma (CARLOS, *et al.*, 2009).

O Brasil encontra-se na lista dos cinco países que mais exportam peixes ornamentais, porém não existem dados confiáveis sobre o mercado doméstico desses animais. Sabe-se que o Brasil importa e exporta peixes ornamentais marinhos, que vem em grande parte da extração pesqueira, mas também da aquicultura.

As espécies produzidas são tanto nativas, como exóticas, destacando-se a produção do peixe-palhaço para atendimento da demanda do mercado interno, e do cavalo-marinho *H. reidi*, que é produzido por uma única empresa, em Vitória, no Espírito Santo, e tem sua produção totalmente voltada para a exportação. Estima-se que em 2008, 70% da exportação do *H. reidi* veio da aquicultura (SAMPAIO, 2015).

Os cavalos-marinhos são ameaçados pela captura ilegal, que comercializa esses peixes vivos para aquários, ou secos para serem usados como enfeites, ou para serem utilizados na elaboração de chás, afrodisíacos e remédios populares. Estes animais também são ameaçados pela degradação do seu habitat. A espécie *H. reidi* foi incluída em 2004 no Apêndice II da Lista Nacional de Espécies de Invertebrados Aquáticos e Peixes Sobreexploradas ou Ameaçada de Sobreexploração, de acordo com a Instrução Normativa nº 05, de 21 de maio de 2004, do Ministério do Meio Ambiente.

O Brasil participa ativamente do comércio de cavalos-marinhos, sendo um dos principais fornecedores desses peixes vivos para o uso na aquariofilia para o resto do mundo (BAUM; VINCENT, 2005). A Região Nordeste é a principal área de captura dos cavalos marinhos para fins ornamentais, sendo que os estados de Pernambuco, Ceará e Bahia são os que estão mais envolvidos nesta atividade. O estado do Piauí já possuiu expressiva participação, onde as capturas tiveram seu pico de extração em 2001, ocorrendo a paralisação em 2003, provavelmente devido à diminuição dos estoques de *H. reidi* (DIAS NETO, 2011).

O *Hippocampus erectus* é capturado com intensidade nas regiões sul e sudeste, com destaque para o estado do Espírito Santo, sendo registrado como fauna acompanhante da pesca de camarões nestes locais. A coleta de cavalos-marinhos já foi intensa no Rio de Janeiro, principalmente na região de Arraial do Cabo, existindo também registro de captura desses peixes em Ubatuba, São Paulo. Enquanto a venda do *H. reidi* é realizada em grande parte para uso em aquários, o *H. erectus* é comercializado em sua forma seca para uso na confecção de artesanatos e na medicina popular (DIAS NETO, 2011).

Rosa *et al.* (2005) ressalta que independente da área de captura, existe a comercialização de peixes em período reprodutivo. Por não ser um recurso pesqueiro capturado para fins alimentares, os cavalos-marinhos, embora sendo amplamente comercializados tanto no mercado interno quanto no externo, não têm suas capturas documentadas nas estatísticas oficiais nem aparecem nos mapas de bordo. Porém, dados obtidos diretamente dos pescadores sugerem declínio populacional ao longo das duas últimas décadas (ROSA *et al.*, 2005) e diminuição ou desaparecimento de populações de cavalos-marinhos em algumas localidades onde esses animais eram comumente encontrados (DIAS NETO, 2011).

Alves e Rosa (2007) compararam o uso medicinal de animais em quatro comunidades pesqueiras das regiões Norte e Nordeste do Brasil, nos estados do Pará, Maranhão, Piauí e Paraíba. Foram realizadas 137 entrevistas, em que foram citadas 138 espécies que são usadas para fins medicinais, sendo o grupo de peixes o mais citado. O *Hippocampus reidi* foi citado em 86 entrevistas. De acordo com os entrevistados, o *H. reidi* é utilizado para asma, gastrite, bronquite, tuberculose, hemorragias e para prevenção de abortos. Em estudo posterior sobre o uso de peixes na medicina tradicional no Brasil, em que 85 espécies foram citadas, o *H. reidi* foi uma das três espécies mais comumente citadas, juntamente com *Hoplias malabaricus*

(popularmente conhecido como traíra) e *Electrophorus electricus* (conhecido popularmente como poraquê) (EL-DEIR, 2012).

## 2.4 A Marcação de Peixes como Ferramenta Ecológica

A marcação de animais selvagens consiste em capturar, marcar e soltar os animais para posterior observação em seu ambiente natural. A marcação permite a identificação individual, fornecendo várias informações sobre a ecologia do animal, como comportamento, estimativa populacional, padrão de associação, residência e fidelidade de área, reprodução, entre outros. Existem várias formas de realizar a marcação de animais selvagens, e a escolha do tipo de marcação deve considerar o tamanho e o comportamento do animal, os dados que se pretende ter com essa marcação, e principalmente, o bem-estar do animal, ou seja, o método de marcação não pode afetar a saúde e o comportamento em geral do organismo (MOURA, 2014).

Diversos métodos são usados para a marcação, desde anilhas de metal que são utilizados em tartarugas-marinhas, pinípedes e aves; cilindros de metal que são fixados nas nadadeiras de cetáceos e tubarões; etiquetas fluorescentes com códigos alfanuméricos que são usados em peixes e outros animais aquáticos, e também são utilizados transmissores via rádio ou via satélite, que permitem o acompanhamento sistemático dos animais marcados. Alguns estudos utilizam esses últimos marcadores em tubarões, peixes-boi, tartarugas, aves e baleias, porém, essa técnica ainda é muito cara para ser utilizada em maior escala.

O sistema de marcação com Elastômero Fluorescente de Implante Visível (VIE) foi desenvolvido para prover marcas internas visíveis externamente para peixes e outros animais aquáticos. Este tipo de marcação é apropriado para o uso em cavalos-marinhos, pois o marcador utilizado é biocompatível e dessa forma não prejudica a saúde do peixe, e nem causa lesões nos indivíduos marcados. Além disso, por esses peixes possuírem baixa mobilidade, essa marcação retorna boas respostas do ponto de vista ecológico, possibilitando monitorar os indivíduos marcados em seu ambiente natural.

Anteriormente a este estudo, não existem registros de trabalhos em que foi realizado esse tipo de marcação em indivíduos de *H. reidi*, porém foram encontrados



outros estudos que utilizaram esse sistema de marcação com outras espécies de cavalos-marinhos.

Considerando que o desenvolvimento de sistemas de marcação é muito importante para a obtenção de informações ecológicas sobre cavalos-marinhos, diferentes formas de marcação foram testadas em indivíduos do cavalo-marinho *Hippocampus capensis*, no Zoológico de Londres. Dentre as formas de marcação testadas, o elastômero fluorescente de implante visível foi considerada a melhor, pois foi o método que ficou mais visível e demonstrou maior durabilidade, possibilitando a combinação de diversas cores com diferentes locais do corpo do cavalo-marinho a ser marcado. Porém, o autor ressaltou que mais estudos devem ser realizados para se avaliar a durabilidade desse tipo de marcação nesses animais (LE CHEMINANT, 2000).

A sobrevivência, o crescimento e os padrões de mobilidade do cavalo-marinho *Hippocampus guttulatus* foram estudados com o uso do método de marcação e recaptura, através do elastômero fluorescente de implante visível, no sudeste de Portugal (CURTIS E VINCENT, 2006). A marcação por elastômero também foi utilizada em estudos que visavam entender o comportamento sexual dos cavalos-marinhos *Hippocampus abdominalis*, sendo que se investigou a importância do tamanho do corpo dos indivíduos nas decisões reprodutivas. A forte preferência demonstrada pelos machos em relação às maiores fêmeas sugere que a seleção sexual atua principalmente no tamanho do corpo das fêmeas nas populações selvagens da espécie (MATTLE e WILSON, 2009).

Curtis (2006) desenvolveu um estudo com o objetivo de entender os erros que podem acontecer com o uso do elastômero fluorescente de implante visível. A maior parte dos erros nos projetos de marcação e recaptura que utilizam esse sistema ocorrem pela perda ou pela baixa visibilidade da marca realizada. O estudo marcou 567 indivíduos da espécie *H. guttulatus*, utilizando quatro cores fluorescentes (vermelho, laranja, verde e amarelo). Durante as recapturas, 13,3% das marcas foram incorretamente lidas, primeiramente pela confusão entre as marcas de cores laranja e vermelho, e entre verde e amarelo. O autor aponta que a habilidade de determinar as marcas varia de acordo com o observador, e varia também de acordo com a cor da pele, e a sombra no local. O estudo recomenda que sejam feitos estudos pilotos que identifiquem estratégias para reduzir a confusão entre as cores, considerando a

evolução da visibilidade das marcas com o passar do tempo, os desaparecimentos das marcas e os efeitos das marcas na história de vida dos peixes.

Em outro estudo, foram marcados noventa e dois indivíduos, durante um ano, do dragão marinho *Phyllopteryx taeniolatus* com a utilização do elastômero de implante fluorescente e pela primeira vez pode ser avaliado os padrões de movimento, a fidelidade ao hábitat e o comportamento reprodutivo desta espécie que é protegida e endêmica da Austrália (SANCHEZ-CAMARA e BOOTH, 2004).

### 3 METODOLOGIA DA PESQUISA

#### 3.1 Área de Estudo

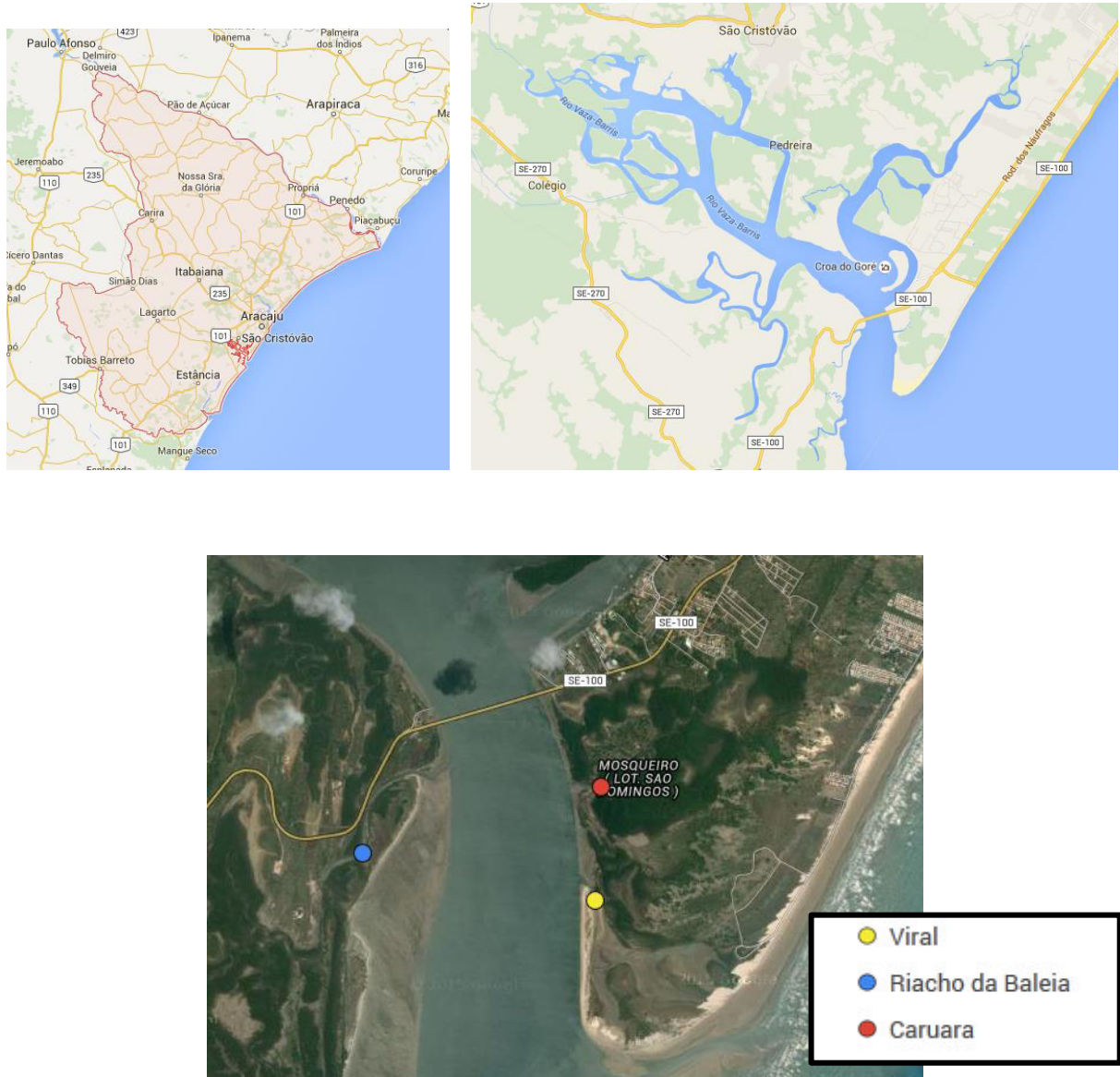
A região de estudo compreende o estuário do rio Vaza-Barris, que está localizado ao sul da cidade de Aracaju (Figura 1). O sistema estuarino do rio Vaza-Barris possui cerca de 20 quilômetros de extensão e é alimentado por alguns afluentes, destacando-se na margem direita o rio Tejupeba e os riachos Água Boa e Paru, e, pela margem esquerda, o rio Santa Maria (CRA, 2010).

O estuário do Rio Vaza-Barris está circundado por diversas cidades, sendo elas: São Cristóvão, Pedreira, Colégio, Itaporanga d'Ajuda e Aracaju. Neste ambiente existe o aporte de diversas fontes de contaminação antrópica, tais como o despejo de esgoto urbano sem tratamento, efluentes das atividades agrícolas, pastoris e carcinocultura.

Neste estuário, a ocorrência de manguezais está associada à planície de maré fluvio-marinha, à presença dos rios que percorrem terrenos de baixo declive e à ação das marés semi-diurnas que elevam o nível das águas estuarinas. Sistemas estuarinos com tal característica e dinâmica abrigam um grande número de espécies de peixes, dentre estas, *H. reidi* que utiliza as raízes dos manguezais como principal substrato de apoio (MAI e ROSA, 2009).

O estudo da distribuição estacional das chuvas no município de Aracaju do período de 1912 a 2006 indica marcante sazonalidade das chuvas, influenciadas pelos sistemas frontais. Esta sazonalidade possui grande implicação nas características dos estuários, no que se refere a parâmetros ambientais como salinidade, turbidez e temperatura. Para a área de estudo, sabe-se que existem períodos ou estações distintas de chuva e seca. De abril a julho, ocorre a estação de chuvas, com precipitações pluviométricas médias mensais superando 200 mm e o período mais seco ocorrendo nos meses de novembro a janeiro, com precipitações médias mensais abaixo de 60 mm (INMET/DEAGRO, 2007 in FONTES et al, 2010).

Figura 1 – A) Mapa do Estado de Sergipe com destaque para o estuário do Rio Vaza-Barris; B) Mapa do Estuário do Rio Vaza-Barris C) Imagem da porção inferior do Estuário do Rio Vaza-Barris com os locais de coleta.



Fonte: Google Maps (2015).

No estuário inferior, local onde foram conduzidos os estudos, a influência marinha é marcante. A hidrodinâmica com a ação das ondas e das correntes litorâneas e de maré presentes nesta porção mais aberta do estuário inibe em parte o desenvolvimento dos manguezais, acarretando mobilidade significativa dos bancos arenosos (FONTES, *et. al*, 2010). Destacam-se, porém, nesta porção, em adjacência aos bancos arenosos da desembocadura do estuário, rios de maré com margens vegetadas por manguezais, que abrigam em suas raízes populações de *H. reidi*.

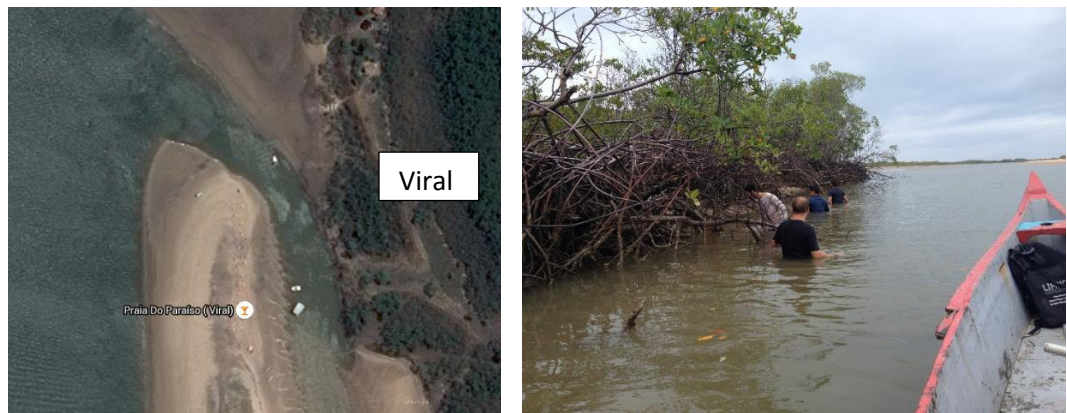
O Complexo Estuarino do Rio Vaza-Barris é utilizado como local para a realização de diversas atividades, destacando-se: pesca esportiva e profissional, recreação de banhistas, instalação de bares fluviais, atividades náuticas diversas, entre outras. Em alguns locais, em especial à margem esquerda deste estuário, observa-se a existência de casas, condomínios residenciais e pontos comerciais, sendo que a comunidade do Mosqueiro e a turística Orla Pôr do Sol situam-se neste.

A margem direita do Rio Vaza-Barris é um dos limites da Área de Proteção Ambiental do Litoral Sul do estado de Sergipe, conhecida como APA Sul, que foi instituída em 21 de janeiro de 1993, através do decreto 13.468. Alguns braços de rio deste estuário encontram-se dentro desta unidade de conservação, porém, a maior parte do complexo estuarino está fora da APA Sul.

As coletas foram realizadas em locais do estuário onde foram observados cavalos-marinhos em coletas-piloto realizadas antes da execução desta proposta. As coletas foram realizadas em três pontos, que são conhecidos localmente como: Viral, Caruara e Riacho da Baleia.

O Viral (11°07'33.9"S, 37°09'20.7"W) fica à margem esquerda do rio, e é o ponto mais próximo à foz do Vaza-Barris, e também é o que sofre maior impacto antrópico. O local recebe um grande fluxo de turistas aos finais de semana, feriados e férias. As pessoas que frequentam o lugar usam veículos (a maior parte com tração nas rodas), jet-skis e barcos de passeio. No Viral também existem bares flutuantes, bem como a prática de pesca comercial e esportiva. Ao longo do estudo, observou-se uma grande supressão da vegetação de manguezal na margem dessa área (Figura 2).

Figura 2 – Imagem e foto do ponto Viral



Fonte: Google Maps (maio de 2015); arquivo pessoal.

O ponto Caruara ( $11^{\circ}07'05.7''\text{S}$ ,  $37^{\circ}09'16.6''\text{W}$ ) é um braço de rio localizado também à margem esquerda do Rio Vaza-Barris, e possui uma vegetação de manguezal bastante estruturada. Na vegetação deste local, existe uma grande quantidade de ostras fixadas, o que dificulta o trabalho de campo. Neste local existe a prática de pesca comercial, especialmente a coleta de caranguejos e siris.

Figura 3 – Imagem e foto do ponto Caruara



Fonte: Google Maps (maio de 2015), arquivo pessoal.

O ponto Riacho da Baleia ( $11^{\circ}07'23.9''\text{S}$ ,  $37^{\circ}10'22.3''\text{W}$ ) é um braço de rio que fica à margem direita do Vaza-Barris e é o único ponto localizado dentro da APA SUL. Uma das margens desse rio possui uma vegetação bastante estruturada, porém a outra margem é um local de recreação, onde é realizada pesca esportiva, piqueniques

e churrascos, principalmente nos fins de semana. Ao lado desse local passa a rodovia SE-100.

Figura 4 – Imagem e foto do ponto Riacho da Baleia



Fonte: Google Maps (maio de 2015); arquivo pessoal.

### 3.2 Coleta de dados

Para a realização deste trabalho, primeiramente, foi solicitada uma licença de coleta para o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, no Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISBIO, e a pesquisa foi autorizada com a licença para fins técnico-científicos – SISBIO, número 38844-2.

As fases de campo foram conduzidas mensalmente no período de setembro de 2013 a maio de 2015, em três locais distintos do estuário do rio Vaza-Barris: Riacho da Baleia, Caruara e Viral. Devido a alguns problemas logísticos, não foi realizada coleta no mês de junho de 2014. As coletas foram realizadas no período da manhã, sempre procurando-se iniciar a atividade de campo nos horários de maré baixa. A duração média da coleta foi de quatro horas.

O transporte até os pontos foi realizado por meio de uma canoa motorizada conduzida por um pescador local. Nos pontos, o motor era desligado, e a canoa era deslocada com o uso de remo. Cada coleta teve a participação de quatro ou cinco pesquisadores colaboradores (Figura 5).



Figura 5 – Embarcação utilizada nas coletas do trabalho



Fonte: arquivo pessoal

No início da amostragem de cada local foram monitorados os fatores abióticos. Os dados de oxigênio dissolvido, salinidade e temperatura foram obtidos por uma multissonda modelo HI 9828 (Hanna Instruments®) e a transparência foi observada através de disco de Secchi. Foram anotados os horários, o tipo de maré (preamar/baixa-mar) e as coordenadas geográficas de início e fim de cada local.

Em cada local de coleta, um profissional permanecia embarcado fazendo os registros na ficha de campo e realizando as fotografias, e os outros profissionais adentravam à água para proceder com a busca direta dos exemplares de cavalos-marinhos junto às margens. Os pontos de coleta foram georeferenciados e os transectos de 50 metros cada foram previamente marcados com auxílio de uma trena posicionada junto à margem. Foram realizados mensalmente três transectos no Riacho da Baleia, um transecto no riacho Viral e quatro transectos no riacho Caruara. No início e final de cada ponto, registrou-se a posição geográfica. O número de transectos foi diferente em cada local devido à peculiaridade dos mesmos, pois a extensão da margem com vegetação de manguezal variou de local para local. A procura dos cavalos-marinhos foi realizada através da busca direta dos peixes junto às raízes de mangle nos rios de maré estudados.

Para cada indivíduo avistado foi anotado em ficha de campo a sua localização, o sexo, altura do corpo (cm), comprimento da cauda, comprimento da cabeça, largura



(maior tamanho lateral), coloração, substrato de apoio, comportamento (parado ou nadando), bem como a formação e quantificação de grupos e prováveis casais (APÊNDICE 1). Para a determinação de sexo foram considerados (I) indeterminados: indivíduos que não apresentem diferenciação sexual visível, (M) machos: presença de bolsa incubadora e (F) fêmea: ausência de bolsa incubadora e presença de órgão ovopositor evidente. Os indivíduos avistados foram rapidamente identificados quanto à espécie, utilizando-se a chave de identificação apropriada (Figura 6).

Figura 6 - *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933) fêmea sendo medida



Fonte: arquivo pessoal

### 3.3 Marcação e Recaptura

Para o estudo de marcação e recaptura dos indivíduos, foi utilizado o método de implante de Elastômero Fluorescente biocompatível (Northwest Marine Technology Inc.), injetados preferencialmente nos tecidos translúcidos do peixe, entre os anéis ósseos da cauda. Antes de proceder com a marcação *in situ*, alguns exemplares foram mantidos cativos e foram monitorados em laboratório para a detecção de possíveis respostas ao implante de elastômero, em especial à suscetibilidade a infecções pós-aplicação, garantindo assim a efetivação do método.

Para o estudo em si, foi criada uma codificação alfanumérica, a qual, associada a uma coloração específica do elastômero, permitiu uma rápida detecção do código referente ao indivíduo marcado, a exemplo: 7v8a9, indica que o indivíduo recapturado possui um implante de coloração vermelha entre o sétimo e o oitavo anel ósseo da cauda e uma marcação amarela entre o oitavo e nono anel caudal. A contagem dos anéis ósseos foi feita a partir do ânus do peixe, tomando-se o cuidado para, no caso específico de machos, não se atingir a bolsa incubatória, evitando-se assim lesões a esta estrutura. Nestes casos, o implante foi feito a partir do sétimo ou oitavo anel ósseo da cauda.

Observou-se que se utilizando o método de implante de elastômero fluorescente é possível também realizar a marcação de indivíduos juvenis. Neste estudo, o menor exemplar marcado possuía cerca de 6 cm de altura do corpo. Indivíduos menores que 6 cm não foram marcados, evitando-se assim lesões a estrutura óssea da cauda e danos físicos ao animal, devido ao pequeno tamanho e fragilidade destes.

As injeções contendo os marcadores foram preparadas em campo no momento da coleta e mantidas sob refrigeração para evitar a cura e o consequente endurecimento do marcador. Foi utilizada uma combinação de duas cores por fase de campo realizada. A preparação do marcador foi feita conforme indicação do fabricante, utilizando-se a proporção 1/10 da solução de cura/marcador. Ao final de cada fase de campo, o marcador restante era descartado, não podendo ser reutilizado.

A partir de marcações realizadas em locais diferenciados e com colorações diferenciadas, foram criados códigos de identificação dos exemplares, informações estas que foram anotadas na ficha de campo (APÊNDICES 2 e 3). A partir de janeiro de 2014, todos os peixes observados em campo foram marcados (Figura 7 e 8).

Figura 7 – Indivíduo sendo marcado em campo. Figura 8 – Indivíduo já marcado com as colorações vermelho e amarelo.



Fonte: Arquivo Pessoal

Os indivíduos avistados e contabilizados em campo foram rapidamente devolvidos ao habitat, tomando-se o máximo cuidado na manipulação dos mesmos. No caso de recaptura, os dados foram confrontados com observações anteriores para determinação de padrões de ocorrência, formação de grupos, crescimento e reprodução.

### 3.4 Análise dos Dados

Os dados obtidos foram inseridos em planilhas dos softwares Excel e Statistica 10 (Stat Soft®). O Excel foi utilizado para a organização preliminar dos dados e para realização da análise descritiva dos dados de crescimento e fidelidade ao parceiro. O software Statistica 10 (*StatSoft, Corp.*) foi utilizado para a realização das análises estatísticas descritivas, as tabelas de frequência, os gráficos e os procedimentos analíticos de gestão de dados, além do uso de métodos para análise de variáveis.

Para o primeiro cálculo de densidade, foram utilizadas as quantificações de observações por transecto de cinquenta metros realizado em cada local de coleta. Foi considerado que cada transecto de 50 metros corresponde a uma área de 50 m<sup>2</sup>, já

que só procurávamos os cavalos-marinhos no primeiro metro da margem do manguezal.

Para a estimativa de densidade populacional utilizando método de marcação e recaptura, foi utilizado o Calendário de Capturas, método popularizado por Krebs (1966) como *Minimum Number Known to be Alive* (NMA), o qual considera a história de capturas (1ª captura + recapturas) para a avaliação da densidade populacional. Um eficiente método de Captura-Marcação-Recaptura (CMR), permite uma maior fidelidade na avaliação dos dados de estimativa de tamanho populacional quando comparados a estimadores probabilísticos aplicados a dados pontuais de captura. A utilização de um método de marcação capaz de oferecer respostas fidedignas do estudo populacional em peixes é atualmente um grande desafio para pesquisadores em todo o mundo, considerando-se a característica nectônica dos peixes, que resulta em uma ampla capacidade de deslocamento e distribuição. A violação de pressupostos para a aplicação de tais métodos e suas análises geram estimativas muitas vezes equivocadas. Para uma análise eficiente da estimativa populacional baseada em CMR, um pressuposto importante deve levar em consideração se a população se encontra fechada ou aberta. Para tal, considera-se uma população fechada àquela em que não há nascimento, morte, emigração e imigração de indivíduos durante o período amostral. Ou seja, a população mantém tamanho potencialmente constante durante o período de amostragem. Já em uma população aberta, considera-se que nascimentos, mortes, emigração e imigração atuem diretamente sobre a população durante todo o período amostral. No caso especial do *H. reidi*, algumas características biológicas, ecológicas e comportamentais serão aqui consideradas para definir o grau de isolamento de uma população. Inicialmente trata-se de uma espécie com baixa mobilidade, o que de certa forma restringe a capacidade de deslocamento destes peixes em seus habitats naturais. Portanto, deslocamentos devem ocorrer a pequenas distâncias para tais peixes, sendo dessa forma a taxa emigratória e imigratória muito baixa na população. Além disso, o *H. reidi* apresenta características biológicas como a presença de uma cauda preênsil e o comportamento sésil, que acabam por definir o grau de mobilidade dos mesmos no ambiente, que pode ser considerado muito baixo. Ademais, a fidelidade ao habitat é apontada em diversos estudos envolvendo os cavalos-marinhos e também foi observada neste estudo. Por consequência do hábito de se fixar, estes peixes acabam por demandar

uma condição estruturante do hábitat, capaz de oferecer substrato adequado para a fixação, o que é preenchido neste estudo essencialmente pelas raízes de mangue na zona marginal dos rios de maré. Pode-se considerar assim que não é qualquer ambiente estuarino capaz de abrigar uma população de cavalos-marinhos.

Neste estudo foram escolhidos três rios de maré com características bastante peculiares anteriormente descritas. Ocorre que, nos três ambientes estudados existem faixas bem delimitadas de vegetação marginal e faixas com ausência desta. Estas lacunas de vegetação acabam por restringir as populações de cavalos-marinhos às zonas vegetadas, onde os mesmos encontram o substrato adequado para sua fixação. Estas franjas vegetadas acabam por funcionar como “ilhas de ocorrência” das populações de cavalos-marinhos. Fora dos limites vegetados, não se observou a presença destes peixes em sucessivas buscas ao longo do período de amostragem. Dessa forma, o efeito de borda, ou seja, a troca de indivíduos com áreas adjacentes pode ser considerada baixa neste estudo.

Quanto ao incremento e decréscimo populacional ocasionado por taxas de natalidade/recrutamento e mortalidade consecutivamente, pode-se considerar que os reais efeitos sobre a densidade populacional no período de amostragem podem ser considerados baixos. Isto porque, apesar do *H. reidi* apresentar atividade reprodutiva durante todo o ano, como observado em laboratório, a taxa de sobrevivência das proles, como observado em laboratório durante o estudo, é significativamente baixa (cerca de 3%). Ou seja, considerando-se a fecundidade média observada para a espécie, um único casal é capaz de gerar 800 filhotes em um evento de procriação. Este casal gera potencialmente 24 filhotes que sobreviverão em seu hábitat. Porém, os filhotes permanecem cerca de 45 dias na fase planctônica e dessa forma são levados por correntes de maré e assim distribuídos por todo o ecossistema, o que diminui a taxa de reposição para a área de ocorrência dos indivíduos parentais. Apesar dos distúrbios crônicos como a degradação dos habitats e a deleção direta de indivíduos da população por atividade humana, a mortalidade de peixes adultos por causas naturais pode também ser considerada baixa, uma vez que não existem na natureza predadores específicos de cavalos-marinhos capazes de influenciar significativamente as taxas de mortalidade no limite espacial e temporal da amostragem realizada neste estudo. Outro princípio a ser considerado na avaliação e estimativa de densidade populacional é o princípio da igual capturabilidade de todos

os indivíduos da população. Considerando-se neste aspecto as características já mencionadas, como baixa mobilidade e comportamento sésil, tal princípio pode ser considerado alto no caso da metodologia aplicada neste estudo. Padrões de coloração críptica, amplamente observados neste estudo, são de fato estratégias ecológicas que minimizam a percepção destes peixes no habitat natural e se aplicam a toda a população, e dessa forma não interferem no pressuposto da igual capturabilidade dos indivíduos. Um outro ponto a ser considerado em relação a análise da capturabilidade é a influência do próprio método de marcação na probabilidade de um indivíduo ser ou não capturado. Também neste caso, tal princípio não foi violado, uma vez que o implante de Elastômero fluorescente biocompatível não interfere em nada a capacidade do peixe em nadar, se fixar ou até mesmo camuflar-se no ambiente, uma vez que o peixe não passa a carregar consigo nenhuma estrutura física que lhe impeça de executar tais funções. Sendo assim, variações de capturabilidade podem ser desconsideradas neste caso para a população estudada.

Assim, o que se observa é que, apesar de tratarem-se de populações de peixes, que por sua natureza são peixes nectônicos com capacidade de locomoção, as próprias características bioecológicas e comportamentais, bem como os requisitos ambientais para suas ocorrências, permitem reconhecer tais populações, muito mais como populações fechadas do que abertas. Neste contexto, como mencionado acima, foi utilizado o Calendário de Capturas, popularizado por Krebs (1966) como *Minimum Number Known to be Alive* (NMA), o qual considera a história de capturas (1ª captura + recapturas) para a avaliação da densidade populacional. Segundo este postulado, a história de capturas de cada indivíduo é analisada ao longo de uma série de sucessivos eventos ( $i$ ) de captura. A estimativa de  $N_i$  (neste caso representando o  $N$  o total de indivíduos da população) é dada pelo número de indivíduos capturados em  $i$ , mais o número de indivíduos não vistos em  $i$ , porém capturados antes e depois de  $i$ . Há uma série de métodos para estimar  $N_i$  em uma população fechada por remoção, dos quais o de Hayne (modificado do de Leslie) é um dos mais conhecidos (BROWER e ZAR, 1984 *in* PEREZ-NETO *et. al.* 1995). Nesta análise, o número de animais capturados e marcados previamente são virtualmente removidos e é feita uma regressão linear entre o número de animais capturados a cada dia (eixo  $y$ ) e o número de animais capturados previamente (eixo  $x$ ). O ponto onde a reta toca o eixo das abscissas fornece o  $N_i$ , e pode ser estimado pela análise de regressão sem que seja

necessário remover todos os indivíduos. Os pressupostos para o postulado de Hayne, conforme mencionado anteriormente são a condição de população fechada e igual capturabilidade entre indivíduos.

Aplicando-se tal premissa aos dados, considera-se o eixo Y composto pelo número de indivíduos novos capturados a cada fase de campo e a abcissa X correspondente ao total acumulativo de indivíduos observados. Obtida assim a equação de regressão linear, e, quando aplicado o valor 0 a Y, obtém-se a projeção de X, o que corresponde segundo Hayne, o número total estimado de cavalos-marinhos para cada área estudada.

Parâmetros de crescimento são também passíveis de serem estimados através de dados de Captura, Marcação e Recaptura. Para a realização destas estimativas, a altura assintótica ( $L_{\infty}$ ) foi calculada através da altura máxima observada ( $L_{max}$ ) utilizando-se para tanto a equação de Taylor, na qual  $L_{\infty} = L_{max} / 0.95$ . Dessa forma, a altura assintótica considerando-se o maior exemplar capturado neste estudo (19,2 cm) é de 20,21 cm.

Uma vez calculado o  $L_{\infty}$ , a constante de crescimento K foi calculada através do método de Munro (1982), no qual  $K = [\log (L_{\infty} - L_i) - \log (L_{\infty} - L_f)] / (t_f - t_i)$ , sendo  $L_i$  o comprimento do peixe observado no momento de sua captura e  $L_f$  o comprimento do mesmo na ocasião de sua recaptura. A variável  $t_f - t_i$  representa a variação temporal entre os dois momentos de captura. Esta análise foi aplicada aos tamanhos de captura e recaptura de 42 exemplares monitorados neste estudo e gerou um valor de  $K = 0,78431$ . Tais valores foram aplicados no modelo de crescimento de Von Bertalanffy, o qual expressa o comprimento  $L$  em função da idade  $t$  do peixe, através da equação  $L(t) = L_{\infty} * [1 - \exp (-K * (t - t_0))]$ . Considerando-se que  $t_0$  representa neste caso o “parâmetro da condição inicial”, no qual o peixe apresenta comprimento zero, utilizou-se neste caso o valor de  $t_0 = -0,04$ , representando o período de incubação dos filhotes que, apesar de nascerem com um comprimento médio de 6 mm, permanecem incubados por cerca de 12 a 20 dias, conforme Silveira e Fontoura (2010), sendo o tempo médio de incubação de 16 dias, ou 0,04 anos, portanto  $t_0 = -0,04$ . Inserindo-se um valor de  $t$  para cada idade dos peixes, foi então gerada a curva de crescimento para *H. reidi* na área de estudo.

Para as análises de distribuição espacial, as áreas e os pontos de amostragem para caracterização do hábitat dos peixes foram georeferenciados e plotados. Os mapas e pontos mostram a distribuição dos peixes nas áreas estudadas localizados no *Google Maps*.



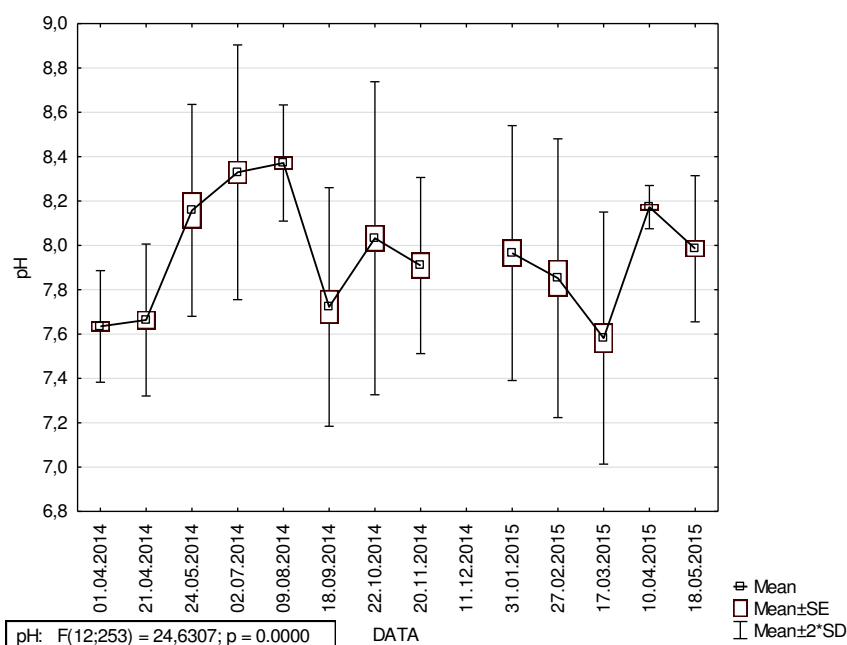
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Fatores abióticos

Os fatores abióticos analisados foram maré, ph, salinidade e temperatura. Estes parâmetros foram coletados em 60 momentos diferentes. Como citado na metodologia, evitou-se realizar amostragens em períodos de maré cheia porque estas dificultam a visualização dos cavalos-marinhos e a locomoção nas áreas de manguezal. A maioria das coletas foram realizadas com a maré baixa ou enchendo e a amplitude da maré variou de 0,10 cm até 2,30 m, em um dia que a coleta foi realizando em um período de maré vazante.

Analisando o ph através da ANOVA, o valor apresentou diferenças significativas de um mês para o outro, sendo que a média verificada foi 7,95; o mínimo foi 7,4; e o máximo 8,6. Os maiores valores de pH encontrados ocorreram em julho e agosto de 2014 e os menores ocorreram em abril de 2014 e março de 2015 (Figura 9).

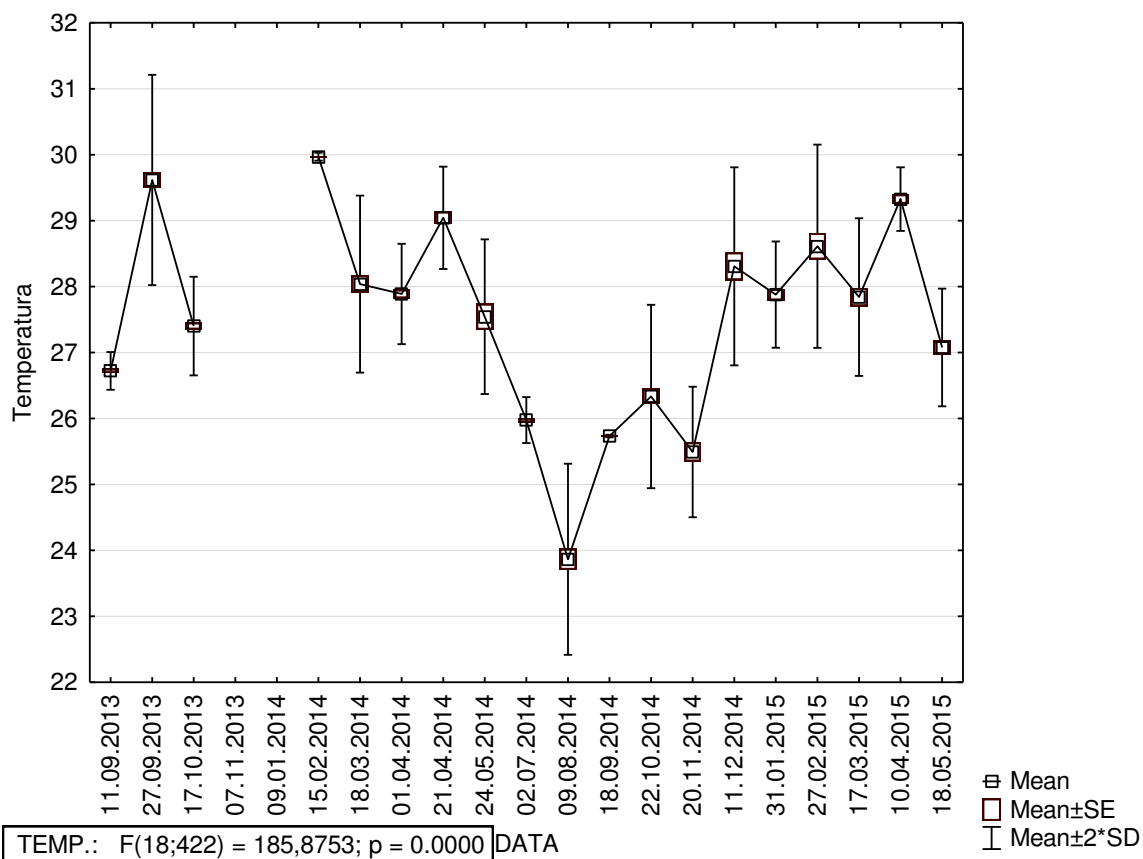
Figura 9 – Análise temporal do ph



Os valores de temperatura da água variaram de 23°C a 30°C, tendo o valor de 27°C como média. De acordo com a ANOVA, houve diferença significativa nos valores

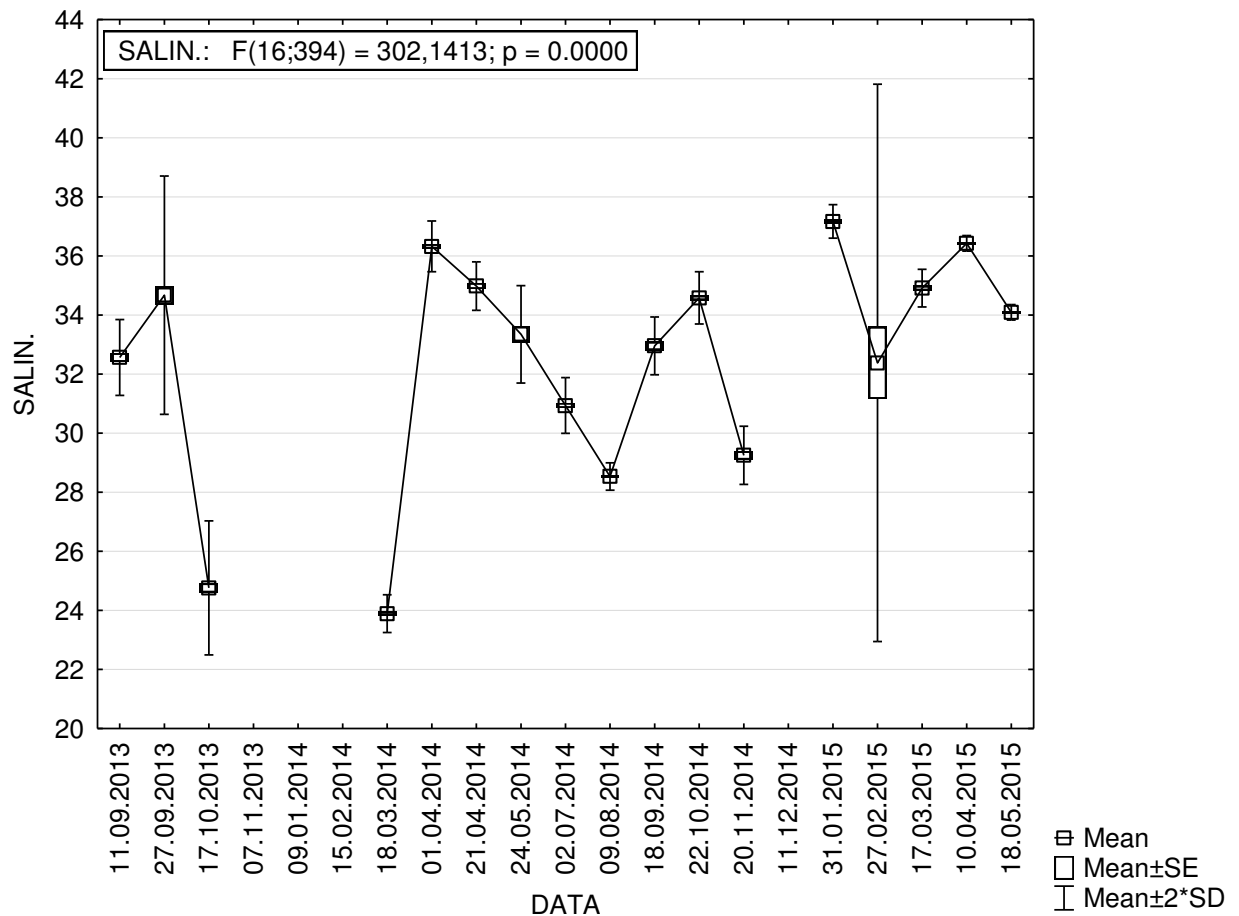
de temperatura de um mês para o outro, e os maiores valores de temperatura ocorreram nos meses de fevereiro de 2014, setembro de 2013 e abril de 2015, e os menores valores ocorreram no mês de agosto de 2014, coincidindo com o período de temperaturas mais baixas em Aracaju (Figura 10).

Figura 10 –Análise temporal da temperatura da água



Os valores de salinidade variaram de 23 a 37,8 ppm enquanto a salinidade média foi de 32, e no geral flutuaram de acordo com o regime de chuvas que ocorre em Aracaju, com salinidades maiores nas épocas de seca, e salinidades menores nos períodos de chuva. Porém, os valores de salinidade de outubro de 2013 e março de 2014 saíram do padrão apresentado, apresentando valores de salinidade menores que a média (Figura 11).

Figura 11 – Análise temporal da salinidade

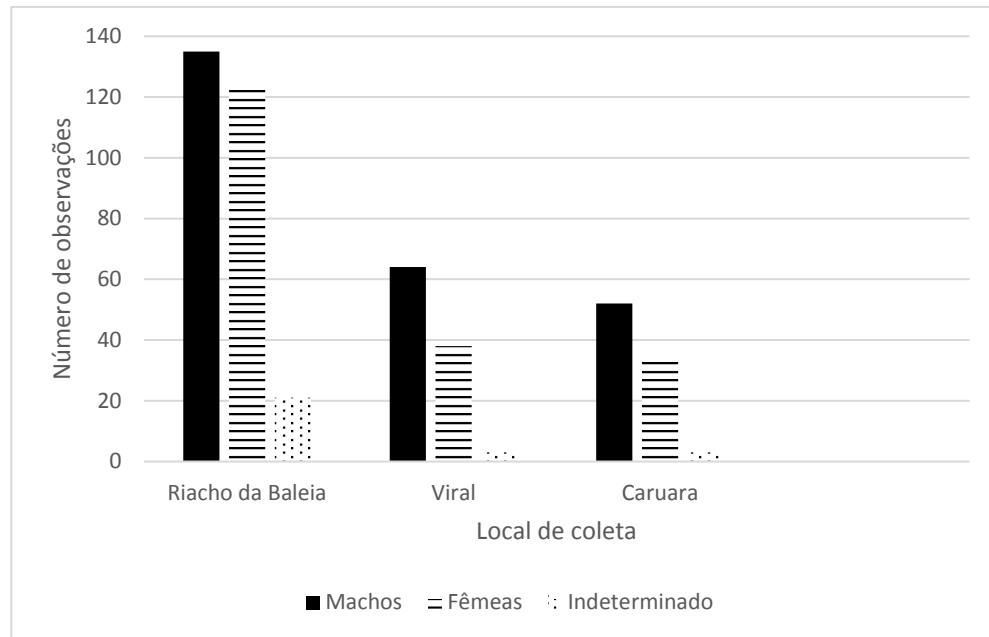


## 4.2 Características ecológicas

Todos os peixes registrados foram da espécie *Hippocampus reidi* (GINSBURG, 1933). Foram realizados 473 registros, sendo 425 registros realizadas após o início das marcações, sendo que 232 indivíduos foram marcados.

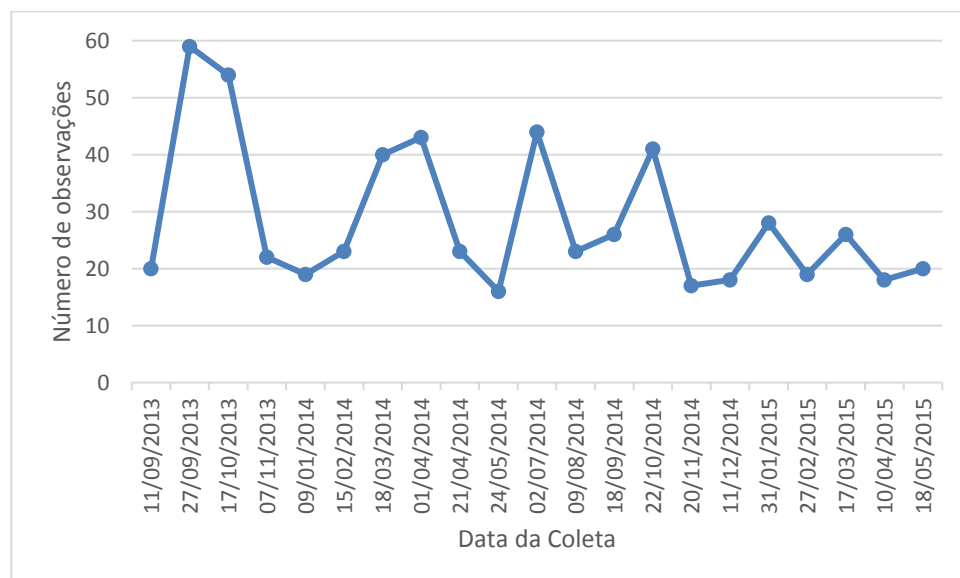
Em relação ao total de cavalos-marinhos monitorados 251 eram machos, 195 eram fêmeas e 27 eram muito jovens, e foram considerados de sexo indeterminado. Em relação ao local de observação dos peixes, 279 (135 machos, 123 fêmeas e 21 indeterminados) foram encontrados no ponto Riacho da Baleia, 105 (64 machos, 38 fêmeas e 3 indeterminados) no Ponto Viral e 89 (52 machos, 34 fêmeas e 3 indeterminados) no ponto Caruara (Figura 12).

Figura 12 - Indivíduos observados de acordo com sexo e local



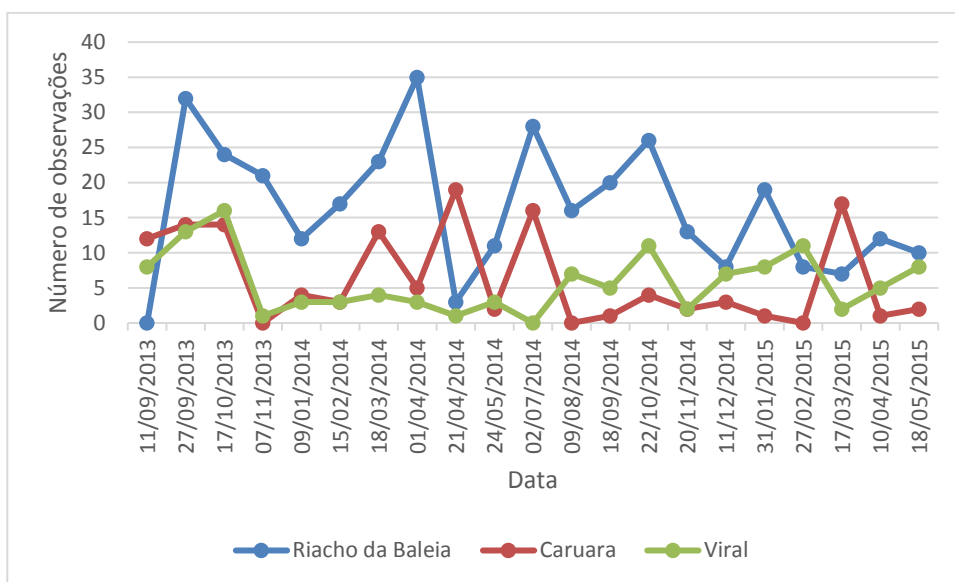
As coletas com o maior número de observações foram outubro de 2013 (53 indivíduos), setembro de 2013 (45 indivíduos), abril de 2014 (35 indivíduos) e julho de 2014 (32 indivíduos). As coletas com o menor número de observações foram maio de 2014 (9 indivíduos), janeiro de 2014 (12 indivíduos), novembro de 2014 (12 indivíduos), abril de 2015 (12 indivíduos), setembro de 2014 (13 indivíduos) e dezembro de 2014 (13 indivíduos) (Figura 13).

Figura 13 – Análise temporal do número de observações



Entre as 21 coletas, o ponto Riacho da Baleia foi o local em que se fez o maior número de observações, com exceção de quatro momentos: setembro de 2013, abril de 2014, fevereiro e março de 2015 (Figura 14).

Figura 14 – Análise temporal e espacial das observações



As medições no comprimento total dos peixes observados variou de 2,1 a 19,2 cm; tendo como média  $14,4 \pm 2,6$  cm. Os peixes jovens de sexo indeterminado tiveram um coeficiente de variação de 35% que variou em média  $6,9 \pm 2,4$  cm, sendo que o menor tamanho foi de 2,1 cm e o maior 10,1 cm. As fêmeas tiveram variação média  $14,5 \pm 1,9$  cm e tamanho mínimo e máximo de 7 cm a 19 cm. Os machos apresentaram média  $15 \pm 1,8$  cm de comprimento total e tamanho mínimo de 10,2 e máximo 19,2 cm. O valor da média dos tamanhos das fêmeas e dos machos foi bem próximo (14,5 e 15 cm, respectivamente), sendo a maior diferença observada para os menores tamanho entre fêmeas e machos (7 e 10,2 cm, respectivamente), e isso ocorre porque pela formação tardia da bolsa incubatória, a identificação dos indivíduos machos na fase juvenil é mais difícil do que das fêmeas, e provavelmente vários indivíduos juvenis machos foram enquadrados na categoria de sexo indeterminado. Mai (2008) indicou que o maior valor de altura para a espécie é 20 cm, valor próximo ao encontrado em nosso estudo.

O tamanho da cauda dos peixes observados variou de 1,1 a 12,3 cm e obteve-se uma média  $8,8 \pm 1,9$  cm. As fêmeas tiveram o valor médio das caudas de 8,62 cm, com desvio padrão de 1,27 cm; o valor mínimo de 3,7 cm e o valor máximo de 12,3 cm. O tamanho da cauda dos machos variou de 5,3 cm a 12,2 cm, com média de  $9,5 \pm 1,44$  cm. A média do tamanho da cauda dos indivíduos de sexo indeterminado foi  $4,02 \pm 1,52$  cm e com os valores variando entre 1,1 a 6,1 cm.

O tamanho da cabeça dos cavalos-marinhos observados variou entre 0,6 cm a 5,8 cm e em média foi de  $3,85 \pm 0,7$  cm, enquanto nas fêmeas variou de 1,6 a 5,8 cm e em média foi de  $3,97 \pm 0,52$  cm, nos machos variaram entre 1,2 a 5,1 cm e em média  $3,95 \pm 0,49$  cm. Nos indivíduos de sexo indeterminado, os tamanhos das cabeças dos indivíduos variaram entre 0,6 a 2,9 cm e em média de  $1,96 \pm 0,69$  cm.

A largura dos cavalos-marinhos observados teve como média 2,42 cm, e desvio padrão de 0,6 cm. O menor valor observado foi 0,2 cm, e o maior foi 8,4 cm. A média da largura dos machos foi um pouco maior que a média geral, sendo 2,63 cm, com desvio padrão de 0,35. Os valores de largura dos machos variaram de 1,3 cm a 3,4 cm. A largura das fêmeas variou de 1 cm até 3,4 cm, com média 2,35 cm e desvio padrão 0,6 cm; e a largura dos indivíduos de sexo indeterminado variou de 0,2 cm até 1,9 cm, com média de 1,03 cm e desvio padrão de 0,48 cm. Os machos apresentam uma largura maior devido a presença da bolsa incubatória (Tabela 1).

Tabela 1 – Dados de comprimento total e largura dos indivíduos observados

Dado	Mínimo	Máximo	Média	Desvio padrão
Comprimento total	2,1 cm	19,2 cm	14,4	2,6 cm
Comprimento total (sexo indeterminado)	2,1 cm	10,1 cm	6,9 cm	2,4 cm
Comprimento total (fêmeas)	7 cm	19 cm	14,5 cm	1,9 cm
Comprimento total (machos)	10,2 cm	19,2 cm	15 cm	1,8 cm
Largura	0,2 cm	3,4 cm.	2,42 cm	0,6 cm
Largura (sexo indeterminado)	0,2 cm	1,9 cm	1,03 cm	0,48 cm

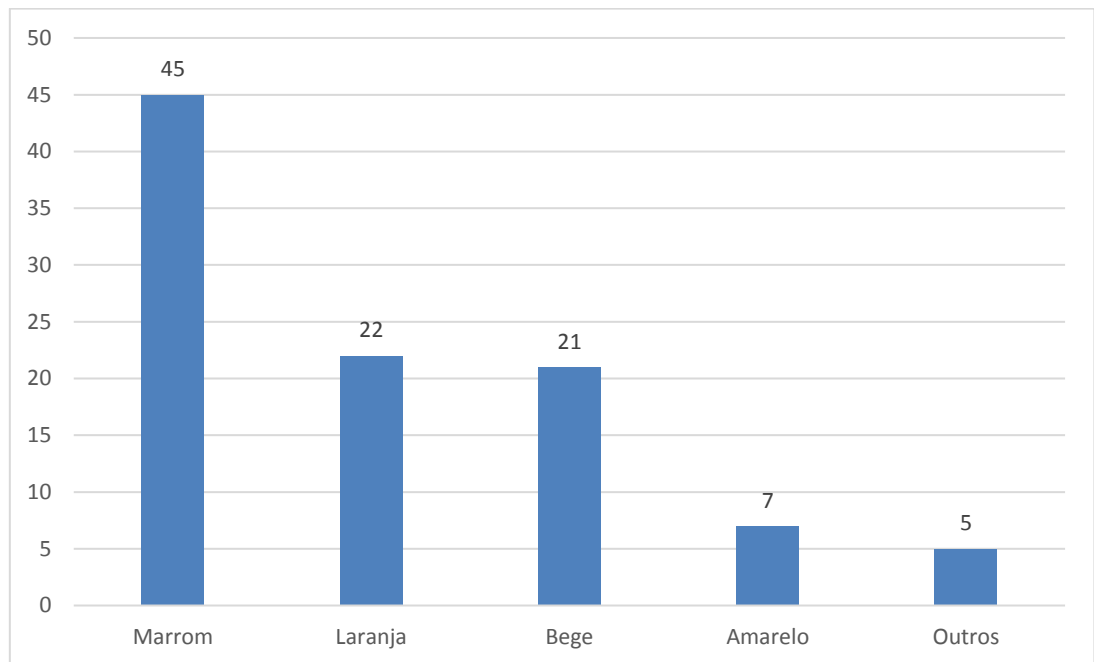
Largura (fêmeas)	1 cm	3,4 cm	2,35 cm	0,6 cm
Largura (machos)	1,3 cm	3,4 cm.	2,63 cm	0,35 cm

A coloração dos cavalos-marinhos observados variou bastante, sendo encontrados peixes com tonalidades marrom, laranja, rosada, cinza, vinho, branco, preto, bege, vermelho e amarelo (Figura 15). Porém, a maioria (95%) dos peixes observados possui a coloração marrom (45%), laranja (22%), bege (21%) ou amarelo (7%). Os outros 5% dos indivíduos observados possuiu uma das outras colorações citadas acima (Figura 16). Como os cavalos-marinhos observados estão associados ao ecossistema manguezal, existe a predominância da coloração marrom, já que uma das únicas defesas desses animais é a coloração críptica.

Figura 15 – Fotos dos cavalos-marinhos registrados



Figura 16 – Distribuição dos cavalos-marinhos registrados de acordo com a coloração

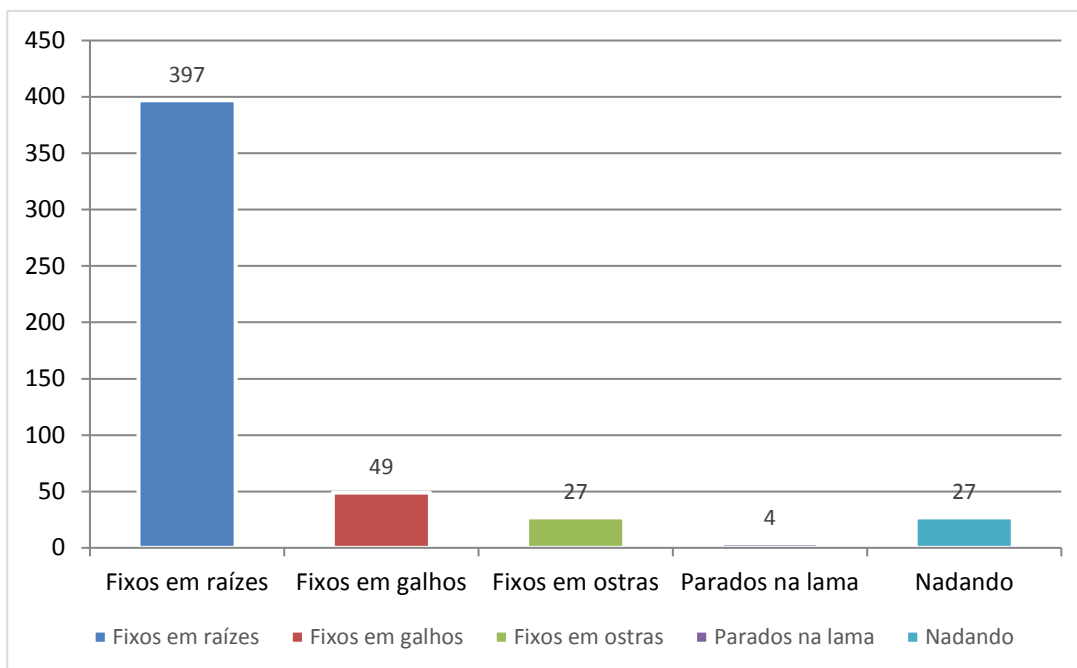


Em relação aos 473 peixes registrados, 303 (64%) indivíduos foram encontrados sozinhos, 117 (25%) indivíduos foram encontrados em dupla e 53 (11%) foram encontrados em grupos de três ou mais indivíduos. Rosa (2007) aponta em um de seus trabalhos sobre a espécie que estes indivíduos geralmente são encontrados de forma solitária ou também em pequenos grupos de até sete indivíduos.

Na grande maioria das observações (446; 94%), os peixes encontravam-se parados, fixos a algum tipo substrato e apenas 27 (6%) encontravam-se nadando no momento em que foram avistados. Dos 446 peixes encontrados parados, quase 90% (397) estavam fixados às raízes de vegetação de mangue *Rizophora mangle*, e 10% (49) estavam fixos em galhos das árvores de manguezal (27), em ostras (4) ou apoiados na lama junto à margem (18) (Figura 17).



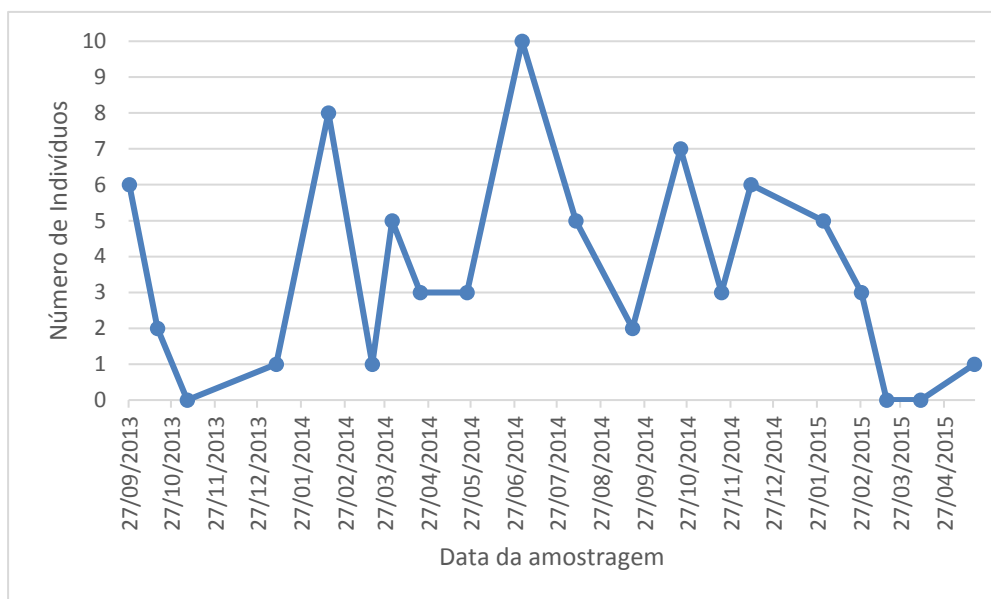
Figura 17 – Uso do substrato de apoio pelos cavalos-marinhos



Em relação à reprodução dos cavalos-marinhos, 85% (401) dos peixes não estavam reproduzindo quando observados, 7,4% (35) eram fêmeas maduras, 7% (34) eram machos em estágio avançado de incubação e 0,6% (3) eram machos que tinham liberado recentemente os filhotes, sendo que um desses machos foi observado no momento final de liberação dos filhotes.

A reprodução do *H. reidi* se dá ao longo do ano, sendo registrados picos reprodutivos nos meses de outubro a fevereiro, na maioria das localidades estudadas (ROSA *et al.*, 2007). O trabalho corrobora os autores citados, já que foram encontrados indivíduos se reproduzindo em quase todos os meses de amostragem, sendo que os picos de reprodução ocorreram em fevereiro de 2014, julho de 2014 e outubro de 2014. Nos meses de novembro de 2013, março e abril de 2015, não foram observados cavalos-marinhos se reproduzindo (Figura 18).

Figura 18 – Análise temporal do ciclo reprodutivo



Vale destacar que nenhum peixe foi sacrificado durante este estudo, então análises histológicas para uma determinação mais precisa da fase reprodutiva dos indivíduos não foram conduzidas, atendo-se à observação morfológica e macroscópica da região abdominal de adultos machos e fêmeas.

#### 4.3 Densidade e Tamanho Populacional de *H. reidi* no estuário do rio Vaza-Barris

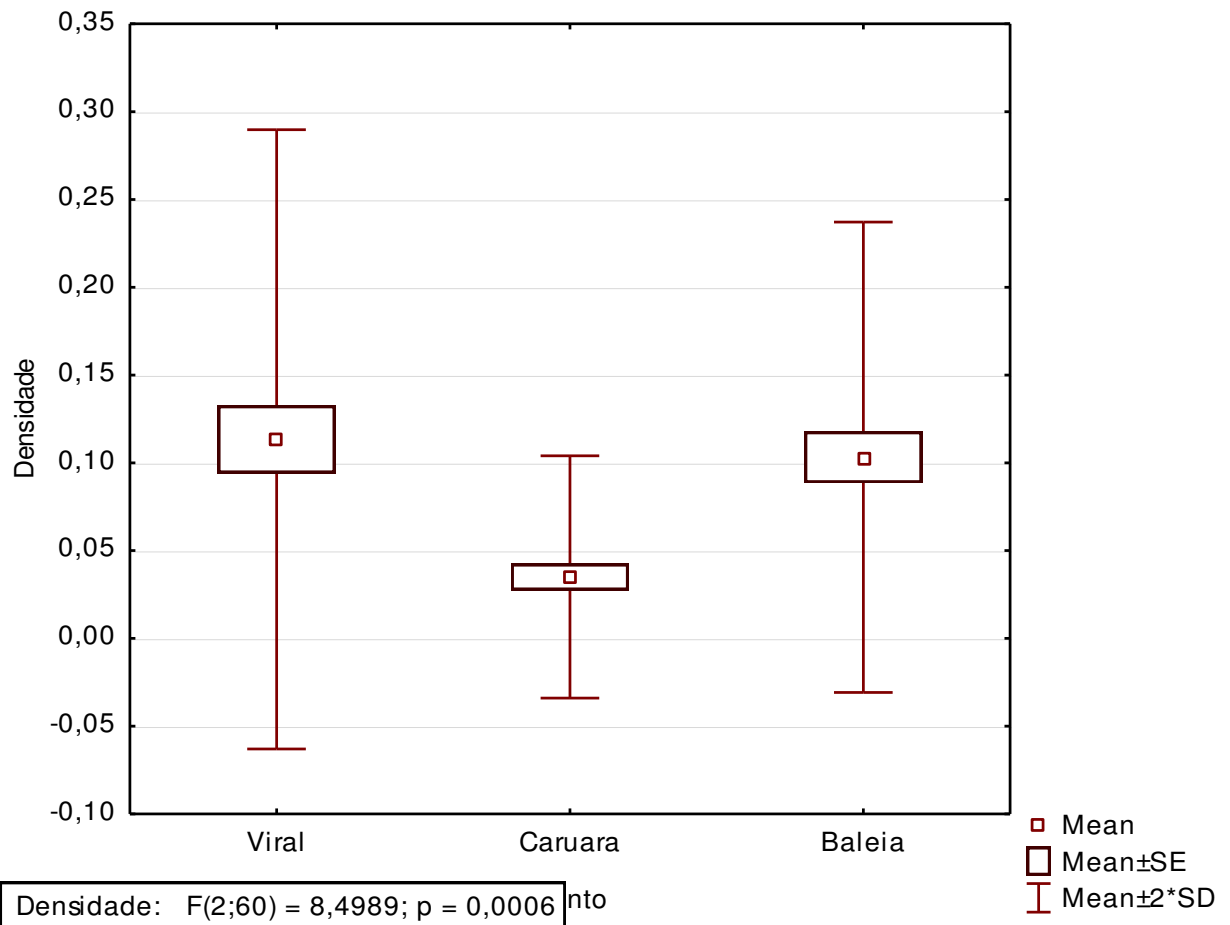
Em todo o período amostral, foram encontrados mais indivíduos machos que fêmeas. No geral, a relação entre indivíduos machos e fêmeas foi de 1,3, sendo que no Viral essa taxa foi 1,7, no Caruara essa taxa foi 1,5 e no Riacho da Baleia essa taxa foi 1,1.

Durante todo o tempo de amostragem foram encontrados muito mais indivíduos adultos que juvenis, sendo que a relação de captura de indivíduos adultos para jovens foi 16,5, sendo 34 no Viral, 28,6 no Caruara e 12,3 no Riacho da Baleia. Essa baixa captura de juvenis provavelmente é explicada por algumas hipóteses relacionadas ao método amostral e à ecologia da espécie, que são: a dificuldade de visualização dos peixes menores durante o procedimento de coleta, os cavalos-marinhos nas fases iniciais de desenvolvimento possuem hábito de vida planctônico, não se fixando ainda nas raízes do manguezal e em outros substratos analisados; e as fases jovens

ocupam outro extrato do ecossistema de manguezal como forma de evitar a competição direta com os adultos da espécie.

A densidade populacional variou significativamente de acordo com o ponto de coleta (Figura 19). A densidade populacional no ponto Viral variou de 0 a 0,32 ind./m<sup>2</sup>; tendo como média 0,113 ind./m<sup>2</sup>, e desvio padrão de 0,088. No ponto Caruara, a densidade populacional variou de 0 a 0,095 ind./m<sup>2</sup>, tendo como média 0,035 ind./m<sup>2</sup>; e desvio padrão 0,034. No ponto Riacho da Baleia, a densidade populacional variou de 0 a 0,233 ind./m<sup>2</sup>; tendo como média 0,103 ind./m<sup>2</sup>, e desvio padrão 0,066. Rosa e colaboradores (2007) apontam que as densidades populacionais registradas para a espécie no Brasil variam de 0,0023 a 0,066 indivíduos/m<sup>2</sup>. No litoral do Piauí, no estuário de Camurupim/Cardoso foi registrada uma alta densidade populacional (0,04 ind./m<sup>2</sup>) (MAI e ROSA, 2009). Freret-Meurer e Andreatta (2008), na praia de Araçatiba, Rio de Janeiro, encontraram uma densidade média de  $0,18 \pm 0,089$  m<sup>2</sup>, variando de 0 a 0,4 m<sup>2</sup>. Considerando os estudos citados, conclui-se que o estuário do Rio Vaza-Barris possui uma alta densidade populacional de indivíduos da espécie *H. reidi*.

Figura 19 – Análise espacial da densidade populacional



Como citado anteriormente, e observado na figura anterior, houve diferença significativa entre os valores das densidades populacionais dos locais amostrados. De acordo com o teste de Tukey, a densidade populacional do ponto Caruara foi diferente da densidade populacional do ponto Viral e do ponto Riacho da Baleia, mas a densidade populacional dos pontos Viral e Riacho da Baleia não diferiram entre si (Tabela 2). Ao longo do tempo, as densidades populacionais do ponto Viral foram mais baixas do que nos outros dois pontos, porém, houve um dia de amostragem em que a captura neste ponto foi alta (16 indivíduos), o que elevou a média geral da densidade populacional neste ponto.

Tabela 2 – Teste de Tukey para variação da densidade populacional entre os pontos

Pontos	Viral	Caruara	Riacho da Baleia
Viral		0,001110	0,875640
Caruara	0,001110		0,004692
Riacho da Baleia	0,875640	0,004692	

A densidade populacional não variou significativamente entre os meses em que o trabalho foi realizado (Figura 20). Os maiores valores de densidade foram encontrados em setembro e outubro de 2013, e o menor, em maio de 2014 (Tabela 3).

Figura 20 – Análise temporal da densidade populacional

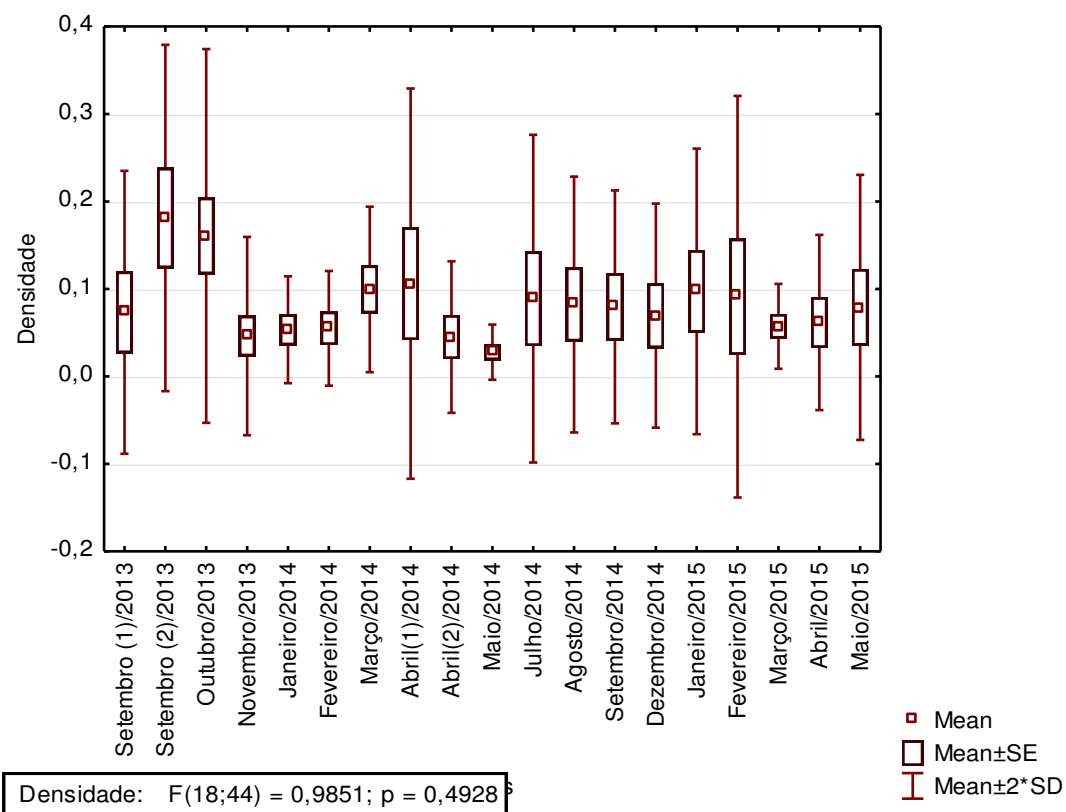
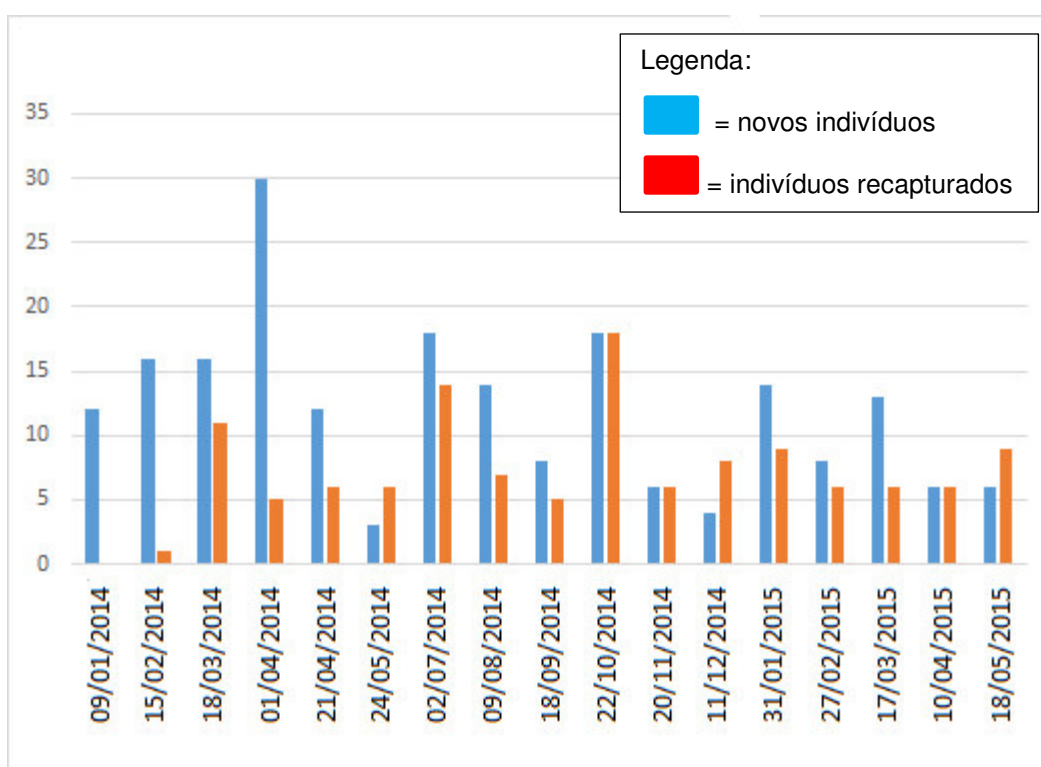


Tabela 3 – Valores das densidades populacionais por mês

<b>Mês da Coleta</b>	<b>Média da Densidade Populacional Mensal</b>
Setembro (1) de 2013	0,073
Setembro (2) de 2013	0,18
Outubro de 2013	0,16
Novembro de 2013	0,046
Janeiro de 2014	0,053
Fevereiro de 2014	0,05
Março de 2014	0,099
Abril (1) de 2014	0,10
Abril (2) de 2014	0,045
Maio de 2014	0,027
Junho de 2014	0,088
Agosto de 2014	0,082
Setembro de 2014	0,079
Dezembro de 2014	0,069
Janeiro de 2015	0,097
Fevereiro de 2015	0,091
Março de 2015	0,057
Abril de 2015	0,061
Maio de 2015	0,078

A proporção de novos indivíduos coletados em relação aos indivíduos recapturados, como esperado, estabilizou-se ao longo do tempo. Nas primeiras coletas em que a marcação foi realizada, houve uma maior coleta de indivíduos novos, porém, a partir da sexta coleta, a proporção entre indivíduos novos e indivíduos já marcados ficou equilibrada, mantendo-se assim, em quase todas as coletas que se seguiram (Figura 21).

Figura 21 - Proporção de novos indivíduos em relação aos recapturados



#### 4.4 Monitoramento de exemplares de cavalos-marinhos através do método de marcação e recaptura

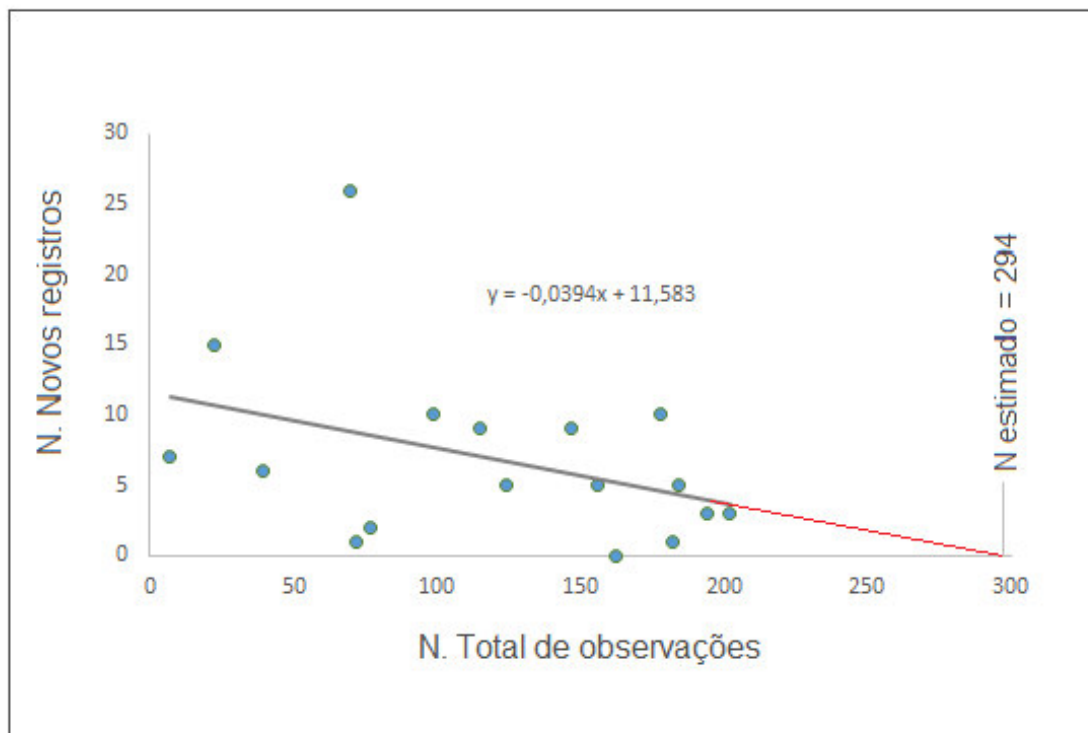
A partir do início das marcações, em janeiro de 2014, foram realizadas 425 observações, e 232 cavalos-marinhos foram marcados.

##### 4.4.1 Estimativas de densidade

Realizando o calendário de capturas de Krebs em conjunto com o método de captura, marcação e recaptura obteve-se a estimativa de densidade dos três pontos

amostrados. Dessa forma, obteve-se para o ponto Riacho da Baleia, local com maior ocorrência de exemplares de *H. reidi* a equação  $y = -0,0394x + 11,583$ , e uma estimativa de densidade de cerca de 294 exemplares, conforme apresentado na figura 22.

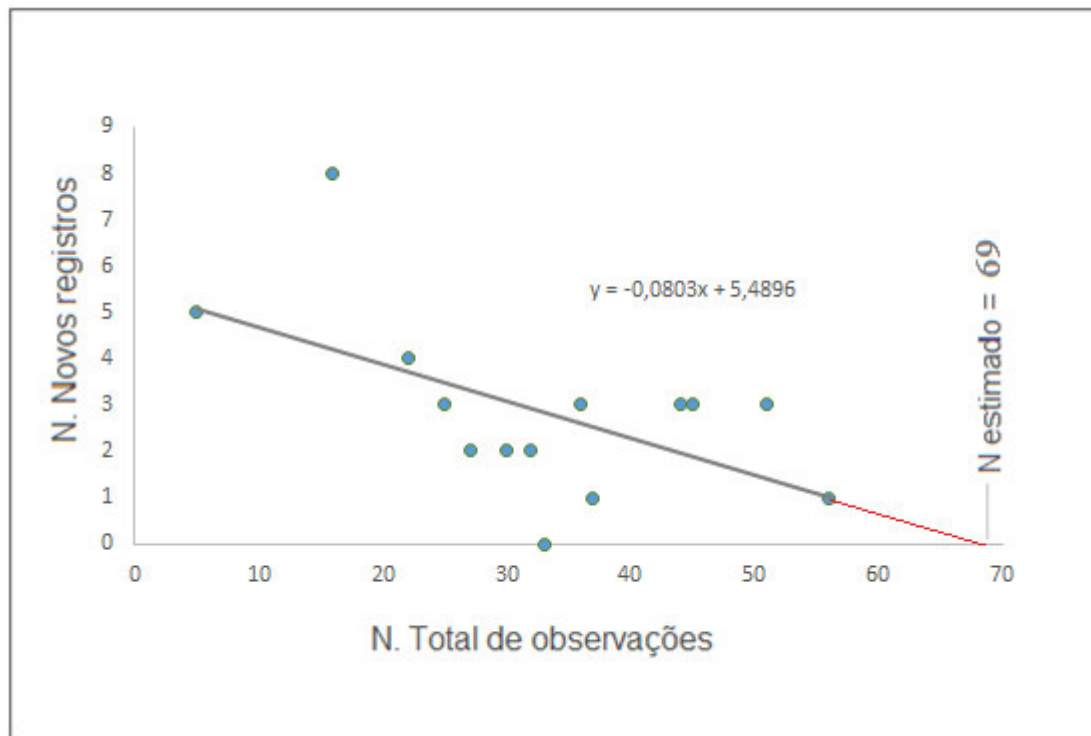
Figura 22 – Estimativa de densidade populacional para o ponto Riacho da Baleia



Para o ponto amostral Viral, a equação de regressão obtida através do postulado de Hayne é  $y = -0,0803x + 5,4896$ . Aplicando-se  $y=0$  na equação, obteve-se a estimativa de 69 exemplares para este ponto amostral (Figura 23).

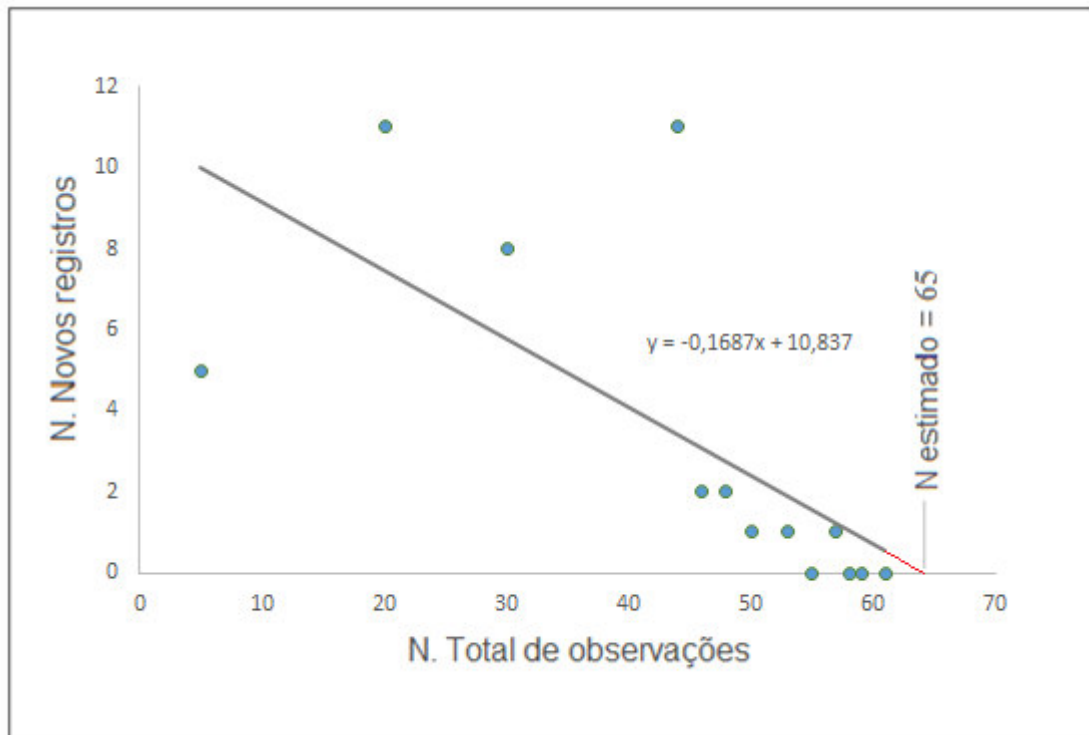


Figura 23 – Estimativa de densidade populacional para o ponto Viral



Já para o ponto amostral Caruara a estimativa de densidade populacional total é de 65 exemplares. Obteve-se para tal gráfico a equação de regressão  $y = -0,1687x + 10,837$  (Figura 24).

Figura 24 – Estimativa de densidade populacional para o ponto Caruara



Dessa forma, estima-se que as três áreas amostrais devam abrigar aproximadamente 430 exemplares de *H. reidi*. Vale ressaltar que neste estudo foram realizadas 425 observações de cavalos-marinhos, dos quais 232 foram marcados. Sendo assim, estima-se que 55% da população estimada de cavalos-marinhos destas áreas tenha sido marcada durante este estudo.

#### 4.4.2 Padrões de crescimento

Em relação aos peixes observados, foi possível monitorar o padrão de crescimento ao longo do tempo. Em média, o crescimento dos peixes monitorados foi de 0,8 cm por mês, sendo que fêmeas e machos tiveram o padrão de crescimento bem próximos, com as fêmeas crescendo 0,62 cm por mês e os machos crescendo 0,68 cm ao mês. Já o padrão de crescimento de acordo com as classes de tamanho obteve variação. Os indivíduos observados em um primeiro momento com comprimento total menor que 10 cm, tiveram um crescimento médio de 2,05 cm por

mês (TABELA 4), enquanto os indivíduos que na primeira observação tinham entre 10 e 15 cm de comprimento total, cresceram, em média, 0,72 cm por mês (TABELA 5), e os peixes que eram maiores que 15 cm na primeira vez que foram observados tiveram o crescimento médio de 0,43 cm por mês (TABELA 6). Observando as tabelas, percebe-se que realmente os indivíduos juvenis tem um crescimento muito mais rápido. O padrão de crescimento observado indica que os indivíduos mais jovens possuem um crescimento mais rápido, e que este crescimento se torna mais lento com o desenvolvimento.

Tabela 4 – Padrão de crescimento dos indivíduos monitorados – peixes que tiveram seu comprimento total menor que 10 cm na primeira vez que foram monitorados

Comprimento	Jan/ 14	Fev/ 14	Mar/ 14	Abr/ 14	Abr/ 14	Mai/ 14	Jul/ 14	Ag/ 14	Set/ 14	Out/ 14	Nov/ 14	Dez/ 14	Jan/ 15	Fev/ 15	Mar/ 15	Abr/ 15	Mai/ 15
1	-	-	-	-	-	9,5	11,5	-	14,7	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	7,6	-	-	-	13,6	14,5	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6,3	9,8
4	-	-	-	9,4	-	-	13,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	-	-	8,5	14,3	14,3	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Tabela 5 – Padrão de crescimento dos indivíduos monitorados – peixes que tiveram seu comprimento total entre 10 e 15 cm na primeira vez que foram monitorados

Comprimento	Jan/ 14	Fev/ 14	Mar/ 14	Abr/ 14	Abr/ 14	Mai/ 14	Jul/ 14	Ag/ 14	Set/ 14	Out/ 14	Nov/ 14	Dez/ 14	Jan/ 15	Fev/ 15	Mar/ 15	Abr/ 15	Mai/ 15
1	-	-	-	14,7	-	-	-	-	-	16	-	-	-	-	16	-	16
2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,9	-	-	15,8	-	-	-
3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,7	-	13,5	15,6	-

4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,1	-	16,2
5	14,6	-	-	-	-	-	17,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6	-	-	-	-	-	-	13,8	15,3	15,8	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	-	14,8	-	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,2	-	14,9	16,5	-	-	-	-
9	12	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	14,5	-	14,5	-	-	-	-	16,3	-	-	-
11	-	-	-	-	-	-	12,6	-	-	14,1	-	14,1	-	-	-	-	-
12	-	-	-	-	-	11,6	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	-	-	-	-	13,7	-	14,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	-	-	13,9	-	16,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,3	17	-	-	-	-
16	-	-	-	-	13,6	-	-	14,5	-	14,7	-	-	-	-	-	-	-
17	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,7	-	14	14,1	-	-	15,7	-
18	-	-	-	-	-	-	-	-	13,9	14,5	-	14,6	15,1	15,8	-	-	-
19	-	11,1	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	-	14,6	-	16,8	-	-	-	-	-	16,9	17,4	-	-	-	-	-	-
21	-	11	11,8	-	12,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
22	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11,6	13,8	-	-	-
23	-	13,4	-	-	-	14,5	-	-	15,8	-	15,8	-	16,9	-	-	-	-
24	-	-	-	-	-	-	-	-	-	12,4	-	14,2	-	-	-	-	15,2
25	-	-	-	-	-	-	-	-	13,3	14,5	-	-	-	-	-	-	-
26	-	14,1	-	-	-	-	14,9	16	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,5	-	16,6

28	-	-	-	14,6	15,6	-	16,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14,3	15,9
30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	14	-	-	-	-	14,9	-
31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13,2	14,1	-	-	16,5
32	-	-	-	-	13,1	-	-	-	-	17,2	-	-	-	-	-	-	-
33	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,1	-	-	-	-	-	-	13,9
34	-	-	-	-	13,5	-	-	-	-	13,5	-	-	-	-	-	-	-
35	-	-	-	-	-	11,7	14,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
36	-	14	14,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	16,9	-	-
37	-	-	11	-	-	15,5	-	-	-	-	-	15,9	17,2	-	-	-	-

Tabela 6 – Padrão de crescimento dos indivíduos monitorados – peixes que tiveram seu comprimento total maior que 15 cm na primeira vez que foram monitorados

Comprimento	Jan/14	Fev/14	Mar/14	Abr/14	Abr/14	Mai/14	Jul/14	Ag/14	Set/14	Out/14	Nov/14	Dez/14	Jan/15	Fev/15	Mar/15	Abr/15	Mai/15
1	-	-	-	15,3	-	-	15,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	-	-	-	-	-	-	-	-	16,6	-	-	-	-	-	-	-	-
3	-	-	15,1	-	-	-	-	-	-	18,1	-	-	-	-	-	-	-
4	-	-	-	15,6	-	17,5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	-	-	-	15,5	-	-	-	-	-	16,5	-	-	-	-	-	-	16,5
6	-	15,7	16,7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7	-	16,7	-	18,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	-	-	-	-	-	-	-	17,6	-	-	-	-	-	-	19	-	-
9	-	-	-	-	-	-	15,2	16,7	-	16,7	-	-	-	-	18,8	-	-

[illegible]

Os parâmetros de crescimento podem ser estimados através de outros métodos, também com a utilização de dados de Captura, Marcação e Recaptura. A altura assintótica ( $L_{\infty}$ ) foi calculada através da altura máxima observada ( $L_{max}$ ) utilizando-se para tanto a equação de Taylor, na qual  $L_{\infty} = L_{max} / 0.95$ . Dessa forma, a altura assintótica considerando-se o maior exemplar capturado neste estudo (19,2 cm) é de 20,21 cm. Após o cálculo da  $L_{\infty}$ , a constante de crescimento  $K$  foi calculada através do método de Munro (1982), no qual  $K = [\log(L_{\infty} - L_i) - \log(L_{\infty} - L_f)] / (t_f - t_i)$ , sendo  $L_i$  o comprimento do peixe observado no momento de sua captura e  $L_f$  o comprimento do mesmo na ocasião de sua recaptura. A variável  $t_f - t_i$  representa a variação temporal entre os dois momentos de captura. Esta análise foi aplicada aos tamanhos de captura e recaptura de 42 exemplares monitorados neste estudo e gerou um valor de  $K = 0,78431$ . Outro estudo estimou o valor de  $K$  para a espécie de 1,195 (MAI, 2008). Nossa constante de crescimento provavelmente apresentou um valor mais baixo por termos observados poucos indivíduos juvenis.

Tais valores foram então aplicados no modelo de crescimento de Von Bertalanffy, o qual expressa o comprimento  $L$  em função da idade  $t$  do peixe, através da equação  $L(t) = L_{\infty} * [1 - \exp(-K * (t - t_0))]$ . Considerando-se que  $t_0$  representa neste caso o “parâmetro da condição inicial”, no qual o peixe apresenta comprimento zero, utilizou-se neste caso o valor de  $t_0 = -0,04$ , representando o período de incubação dos filhotes que, apesar de nascerem com um comprimento médio de 6 mm, permanecem incubados por cerca de 12 a 20 dias (SILVEIRA e FONTOURA, 2010), sendo o tempo médio de incubação de 16 dias, ou 0,04 anos, portanto  $t_0 = -0,04$ . Inserindo-se um valor de  $t$  para cada idade dos peixes (Tabela 7), foi então gerada a curva de crescimento para *H. reidi* na área de estudo (Figura 25). A tabela apresentada mostra a relação entre o comprimento total dos cavalos-marinhos observados e a idade dos mesmos. Os maiores indivíduos observados possuem cerca de 48 meses de idade, ou seja, quatro anos, longevidade muito maior do que a apontada por Mai (2008), que foi de 30 meses.

A altura média de primeira maturação de *H. reidi* em ambiente natural foi estimada entre 10 cm (MAI, 2008) e 12,3 cm (SILVEIRA, 2005), enquanto a altura média de primeira reprodução foi estimada em 12,4 cm (MAI, 2008). No presente estudo, os menores indivíduos observados já reproduzindo foram um macho de 12

cm, e uma fêmea de 13, 1 cm, ou seja, somente após 15 meses de vida, o *H. reidi* reproduz na área estudada.

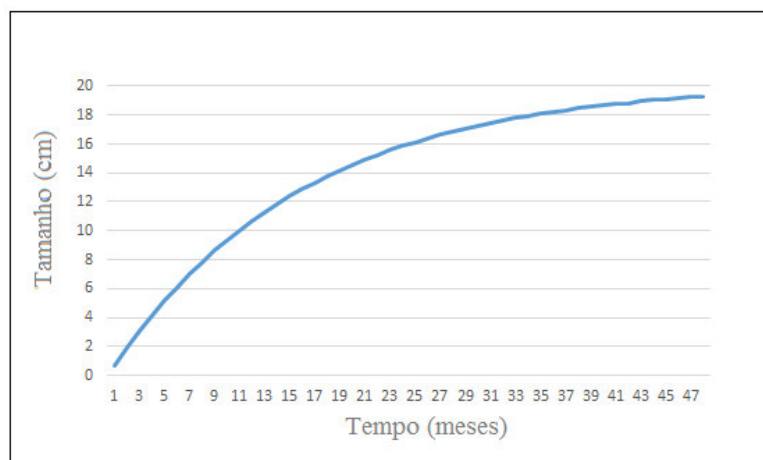
Tabela 7 – Relação entre idade e altura dos cavalos-marinhos monitorados

Idade do Peixe (meses)	Altura do peixe (cm)	Idade do Peixe (meses)	Altura do peixe (cm)
1	0,675331	25	16,14029
2	1,911271	26	16,39778
3	3,069014	27	16,63898
4	4,153508	28	16,86491
5	5,169387	29	17,07655
6	6,120992	30	17,2748
7	7,01239	31	17,46051
8	7,84739	32	17,63447
9	8,62956	33	17,79742
10	9,362244	34	17,95006
11	10,04857	35	18,09304
12	10,69147	36	18,22698
13	11,2937	37	18,35245
14	11,85783	38	18,46997
15	12,38626	39	18,58006
16	12,88126	40	18,68319
17	13,34494	41	18,77979
18	13,77929	41	18,77979
19	14,18615	43	18,95504
20	14,56728	44	19,03444
21	14,92429	45	19,10881
22	15,25871	46	19,17849
23	15,57197	47	19,24375
24	15,86542	48	19,30488

A curva de crescimento de Von Bertalanffy, assim como as análises feitas anteriormente, mostra um crescimento mais acentuado dos cavalos-marinhos monitorados nos primeiros meses de vida, até cerca de 17 meses, e mostra uma estabilização do crescimento dos cavalos-marinhos a partir dos 16 cm e 27 meses de idade (Figura 25).

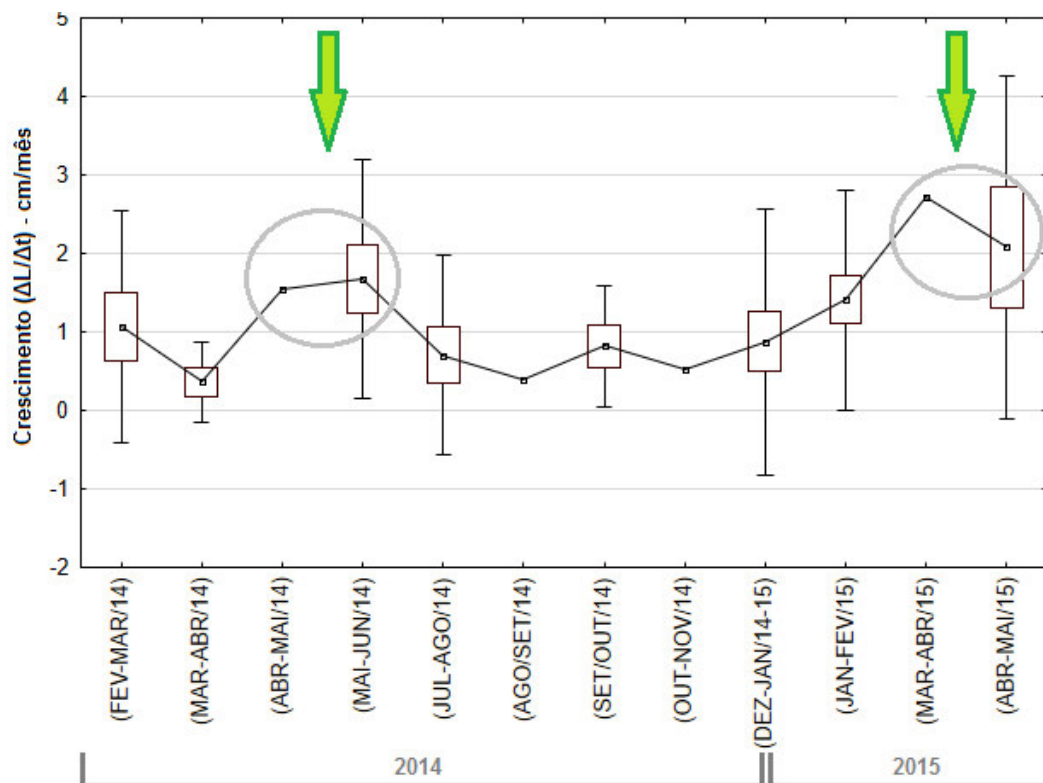


Figura 25 – Curva de crescimento dos cavalos-marinhos monitorados



Para a análise dos possíveis padrões de variação sazonal de crescimento dos indivíduos capturados, marcados e recapturados foram utilizados os dados de crescimentos individuais de peixes recapturados em fases de campo subsequentes, considerando-se somente as recapturas com intervalos menores que 50 dias. Dessa forma, os dados de 30 recapturas foram analisados quanto à variação no comprimento do peixe ( $\Delta L = \text{Comprimento final (Lf)} - \text{Comprimento inicial (Li)}$ ) em relação ao tempo entre uma e outra observação ( $\Delta t = \text{intervalo de tempo entre a captura inicial e recaptura em meses}$ ), considerando-se a variação de tamanho do peixe por tempo ( $\Delta L / \Delta t$ )

Foi possível observar que em todo o período em que foram realizados os trabalhos de marcação e recaptura, entre janeiro de 2014 e maio de 2015 as maiores médias nas taxas de crescimento em ambos os anos ocorreram nos períodos que compreendem os meses de abril, maio e junho. Isto leva a crer que existe na população uma tendência de incremento na taxa de crescimento dos indivíduos no período que varia de outubro a março. Vale ressaltar, porém, que conforme já mencionado anteriormente, as taxas de crescimento diferem entre diferentes estágios do desenvolvimento em cavalos-marinhos, e dessa forma deve-se considerar a sazonalidade na ocorrência de jovens, que por apresentarem taxas maiores de crescimento, acabam por influenciar os aumentos nos valores médios mensais deste parâmetro (Figura 26).

Figura 26 – Crescimento ( $\Delta L / \Delta t$ ) agrupado por períodos

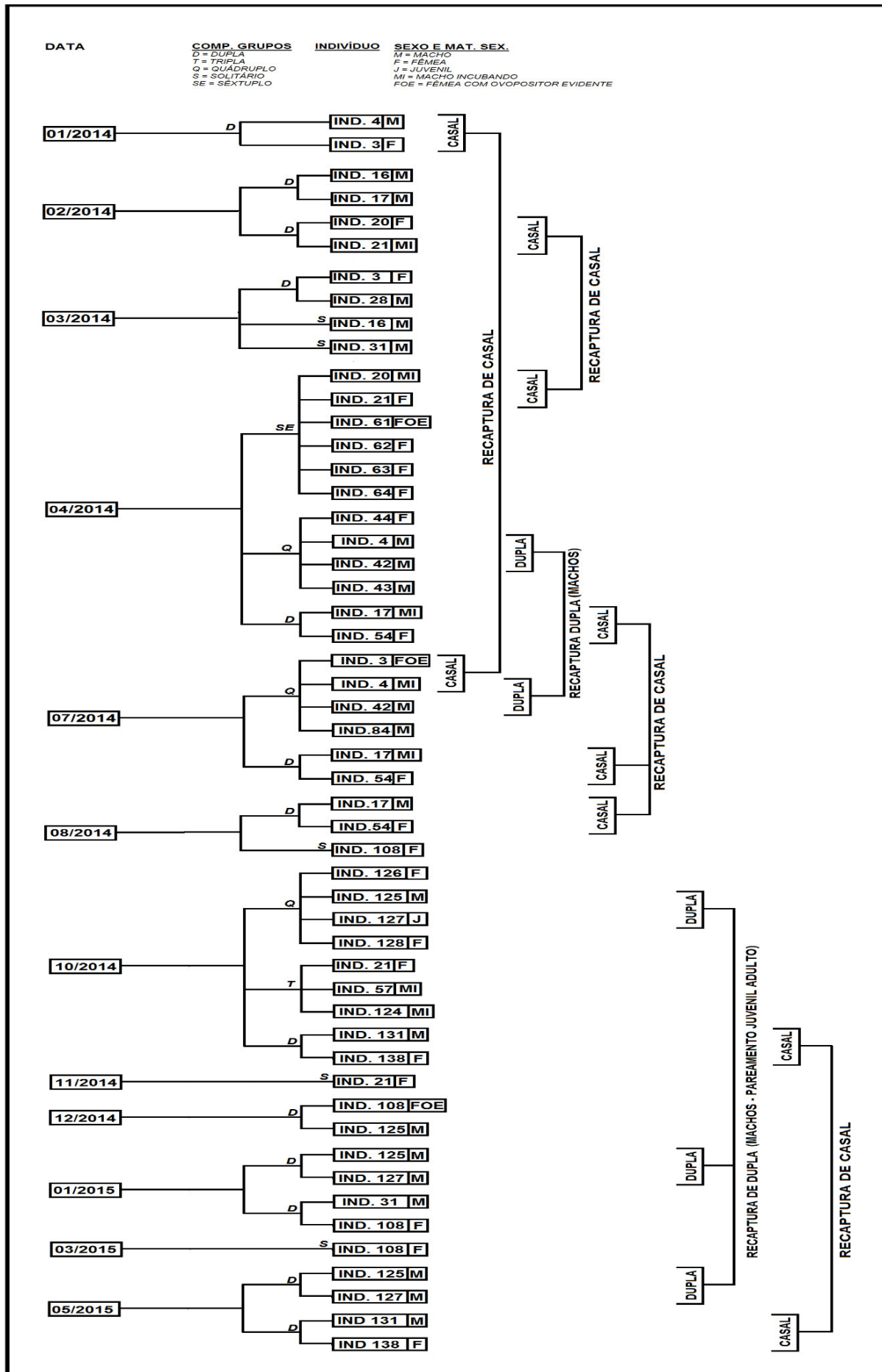
#### 4.4.3 Fidelidade ao parceiro e composição de grupos

A partir do início das marcações, em janeiro de 2014, 26 casais foram observados juntos, 11 duplas de machos, 3 duplas de fêmeas, duas duplas de machos com indivíduos juvenis e nove grupos com três ou mais cavalos-marinhos. Dentre os casais encontrados juntos, oito estavam no período reprodutivo quando observados. Ao longo do tempo, cinco casais se mantiveram juntos, duas duplas de machos com juvenil, e uma dupla de machos. Os indivíduos 4 (macho) e 3 (fêmea) foram encontrados juntos em janeiro de 2014, em abril do mesmo ano o indivíduo 4 (macho) foi observado com o indivíduo 42 (macho), e em julho de 2014, os três indivíduos foram observados juntos (4, 3 e 42), sendo que a fêmea 3 estava com o ovopositor saliente e o macho 42 estava incubando. A fêmea 3 também foi observada com outro macho, 28, em março de 2014. O casal 17 (macho) e 54 (fêmea) foi observado junto em abril, julho e agosto de 2014, sendo que em julho o macho estava incubando. O macho 17 também foi observado com o macho 16 em fevereiro de 2014, e sozinho,

em outubro do mesmo ano. O macho 125 foi encontrado com o juvenil 127 em outubro de 2014, e em maio de 2015 os dois cavalos-marinhos foram encontrados juntos, e constatou-se que o indivíduo 127 também era um macho. O macho 125, foi observado em outro momento, dezembro de 2014, sozinho. O casal 131 (macho) e 138 (fêmea) foram encontrados juntos em outubro de 2014 e em maio de 2015, e estes peixes não foram observados juntos em outros momentos. O casal 20 (macho) e 21 (fêmea) foram encontrados juntos em fevereiro e abril de 2014, e nos dois momentos o macho estava incubando. A fêmea 21 foi encontrada com outros dois machos (57 e 124) em outubro de 2014 e sozinha em novembro de 2014. Por fim, o casal 31 (macho) e 108 (fêmea) foram observados juntos em outubro de 2014 e maio de 2015. O peixe 31 foi observado sozinho em março de 2014, e o 108 foi monitorado sozinho em três outros meses, agosto e dezembro de 2014 e março de 2015 (Figura 27).

Os dados relacionados ao agrupamento dos cavalos-marinhos indicam que existe fidelidade ao parceiro, como já mencionado anteriormente por outros autores (LOURIE *et al.*, 1999; MAI e ROSA, 2009). Além disso, as duplas de machos, fêmeas, e adultos com juvenis encontrados juntos demonstram o comportamento social altamente estruturado dos cavalos-marinhos, como relatado anteriormente na literatura (VINCENT e SADLER, 1995; ROSA *et al.*, 2007).

Figura 27 – Agrupamentos dos casais monitorados



Foi realizado o monitoramento do deslocamento das duplas observadas juntos ao longo do tempo (Figura 28). Os casais 17 e 54, 31 e 108 e a dupla 4 e 42 tiveram seus deslocamentos observados.

Figura 28 – Casal encontrado junto durante amostragem



Fonte: arquivo pessoal

Os machos 4 e 42, residentes no ponto Riacho da Baleia deslocaram-se de abril a julho de 2014, juntos, cerca de 150 metros (Figura 29).



Figura 29 – Deslocamento da dupla 4 e 42



O casal 17 e 54, residente no ponto Riacho da Baleia, deslocou-se entre abril e julho de 2014, 11 metros, e entre julho e agosto de 2014, 10 metros (Figura 30).

Figura 30 – Deslocamento do casal 17 e 54



O casal 31 e 108, também residente no Riacho da Baleia, deslocou-se 65 metros de outubro de 2014 a janeiro de 2015 (Figura 31).

Figura 31 – Deslocamento do casal 31 e 108



Os mapas apresentados mostram que os casais e os grupos observados permanecem juntos, mesmo quando os animais se deslocam, confirmando que a espécie possui fidelidade ao parceiro, e tem comportamento social estruturado.

#### 4.4.4 Fidelidade ao hábitat

Através da marcação e do monitoramento dos peixes, pode-se acompanhar a distribuição dos peixes no ambiente. Os dados corroboram a literatura na questão relacionada à fidelidade ao hábitat. Nenhum peixe recapturado se locomoveu para outro ponto monitorado do estuário. Os peixes monitorados se locomoveram entre 0 e 282 metros, com uma média de locomoção de 49 metros (Tabela 8).

Tabela 8 – Informações sobre deslocamentos individuais dos peixes observados

Indivíduo	Sexo	Data	Localidade	Coordenadas Geográficas	Deslocamento em relação à última captura (em metros)
12	macho	Fevereiro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'22.0"S, 37°10'21.3"W	-
		Março de 2014		11°07'17.3"S, 37°10'20.0"W	143
14	fêmea	Fevereiro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'18.6"S, 37°10'19.9"W	-
		Março de 2014		11°07'18.6"S, 37°10'20.0"W	4,3
		Julho de 2014		11°07'17.1"S, 37°10'19.8"W	31,2
16	macho	Fevereiro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'23.1"S, 37°10'21.7"W	-
		Março de 2014		11°07'22.9"S, 37°10'21.3"W	8,7
17	macho	Fevereiro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'23.1"S, 37°10'21.7"W	-
		Abril de 2014		11°07'23.1"S, 37°10'21.7"W	0
		Julho de 2014		11°07'22.9"S, 37°10'21.5"W	4,7
		Agosto de 2014		11°07'23.4"S, 37°10'21.9"W	16
		Outubro de 2014		11°07'23.0"S, 37°10'21.4"W	7,8
19	fêmea	Fevereiro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'23.3"S, 37°10'22.0"W	-
		Março de 2014		11°07'23.3"S, 37°10'21.8"W	7
		Outubro de 2014		11°07'23.1"S, 37°10'22.1"W	6
20	macho	Fevereiro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'24.1"S, 37°10'22.8"W	-
		Abril de 2014		11°07'24.2"S, 37°10'22.4"W	8,2
21	fêmea	Fevereiro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'24.1"S, 37°10'22.8"W	-
		Abril de 2014		11°07'23.6"S, 37°10'21.3"W	27,4



		Outubro de 2014		11°07'23.6"S, 37°10'22.0"W	2,7
23	macho	Fevereiro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'24.1"S, 37°10'22.8"W	-
		Março de 2014		11°07'24.0"S, 37°10'22.8"W	6,42
24	fêmea	Fevereiro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'24.3"S, 37°10'23.5"W	-
		Março de 2014		11°07'23.5"S, 37°10'22.0"W	22,7
27	fêmea	Fevereiro de 2014	Viral	11°07'34.7"S, 37°09'20.7"W	-
		Março de 2014		11°07'34.5"S, 37°09'20.7"W	4,4
29	macho	Março de 2014	Riacho da Baleia	11°07'15.8"S, 37°10'20.1"W	-
		Maio de 2014		11°07'15.7"S, 37°10'20.0" W	4,4
31	macho	Março de 2014	Riacho da Baleia	11°07'16.7"S, 37°10'20.0"W	-
		Outubro de 2014		11°07'23.0"S, 37°10'21.4"W	187
		Janeiro de 2015		11°07'21.3"S, 37°10'20.2"W	50
32	fêmea	Março de 2014	Riacho da Baleia	11°07'17.0"S, 37°10'20.0"W	-
		Julho de 2014		11°07'16.4"S, 37°10'20.5"W	38
		Agosto de 2014		11°07'17.3"S, 37°10'20.0"W	7,3
35	macho	Março de 2014	Viral	11°07'34.4"S, 37°09'20.6"W	-
		Janeiro de 2015		11°07'34.3"S, 37°09'20.7"W	5,5
39	fêmea	Março de 2014	Riacho da Baleia	11°07'05.1"S, 37°09'18.1"W	-
		Novembro de 2014		11°07'05.0"S, 37°09'17.6"W	5,7
42	macho	Abril de 2014	Riacho da Baleia	11°07'05.0"S, 37°09'12.2"W	-
		Julho de 2014		11°07'04.5"S, 37°09'17.7"W	160
43	macho	Abril de 2014	Riacho da Baleia	11°07'05.0"S, 37°09'12.2"W	-
		Maio de 2014		11°07'5.2"S, 37°09'19.4" W	220
45	fêmea	Outubro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'16.6"S, 37°10'20.1"W	-
		Novembro de 2014		11°07'16"S, 37°10'20.1"W	6,82
48	fêmea	Julho de 2014	Riacho da Baleia	11°07'19.5"S, 37°10'20.1"W	-
		Setembro de 2014		11°07'11.8"S, 37°10'20.0"W	237
		Outubro de 2014		11°07'19.5"S, 37°10'19.8"W	242
54	fêmea	Julho de 2014	Riacho da Baleia	11°07'23.0"S, 37°10'21.7"W	-

		Agosto de 2014		11°07'23.3"S, 37°10'21.8"W	8
		Outubro de 2014		11°07'22.9"S, 37°10'21.4"W	12,8
57	macho	Abril de 2014	Riacho da Baleia	11°07'23.8"S, 37°10'22.3"W	-
		Outubro de 2014		11°07'23.6"S, 37°10'22.1"W	8
60	indeterminado	Abril de 2014	Riacho da Baleia	11°07'23.8"S, 37°10'22.5"W	-
	fêmea	Julho de 2014		11°07'15.0"S, 37°10'20.2"W	282
		Setembro de 2014		11°07'14.8"S, 37°10'20.0"W	8,82
85	fêmea	Novembro de 2014	Caruara	11°07'05.0"S, 37°09'17.8"W	-
		Janeiro de 2015		11°07'04.6"S, 37°09'17.4"W	13
86	macho	Julho de 2014	Riacho da Baleia	11°07'15.5"S, 37°10'20.2"W	-
		Setembro de 2014		11°07'16.0"S, 37°10'20.0"W	20
		Novembro de 2014		11°07'10.1"S, 37°10'20"W	184
90	macho	Julho de 2014	Riacho da Baleia	11°07'19.6"S, 37°10'20.0"W	-
		Janeiro de 2015		11°07'24.1"S, 37°10'22.8"W	164
92	fêmea	Julho de 2014	Riacho da Baleia	11°07'22.6"S, 37°10'21.7"W	-
		Outubro de 2014		11°07'22.4"S, 37°10'21.2"W	13
		Dezembro de 2014		11°07'22.7"S, 37°10'21.1"W	6,6
		Janeiro de 2015		11°07'22.9"S, 37°10'21.5"W	10,2
95	macho	Julho de 2014	Caruara	11°07'05.7"S, 37°09'17.9"W	-
		Dezembro de 2014		11°07'05.6"S, 37°09'17.8"W	3
		Março de 2015		11°07'05.78"S, 37°09'17.7"W	3,6
106	fêmea	Agosto de 2014	Riacho da Baleia	11°07'22.8"S, 37°10'21.2"W	-
		Outubro de 2014		11°07'22.6"S, 37°10'21.0"W	3,8
111	macho	Agosto de 2014	Viral	11°07'37.7"S, 37°09'20.6"W	-
		Outubro de 2014		11°07'34.8"S, 37°09'20.8"W	89
117	indeterminado	Setembro de 2014	Riacho da Baleia	11°07'22.3"S, 37°10'20.8"W	-
	macho	Janeiro de 2015		11°07'23.6"S, 37°10'22.3"W	47
119	fêmea	Setembro de 2014	Viral	11°07'32.4"S, 37°09'21.3"W	-
		Outubro de 2014		11°07'32.7"S, 37°09'21.3"W	5,6
126	fêmea	Abril de 2014	Riacho da Baleia	11°07'23.8"S, 37°10'22.5"W	-

		Outubro de 2014		11°07'23.7"S, 37°10'22.3"W	4,2
		Janeiro de 2015		11°07'23"S, 37°10'21"W	40,34
152	macho	Janeiro de 2015	Riacho da Baleia	11°07'23.8"S, 37°10'22.2"W	-
		Março de 2015		11°07'23.9"S, 37°10'22.3"W	6

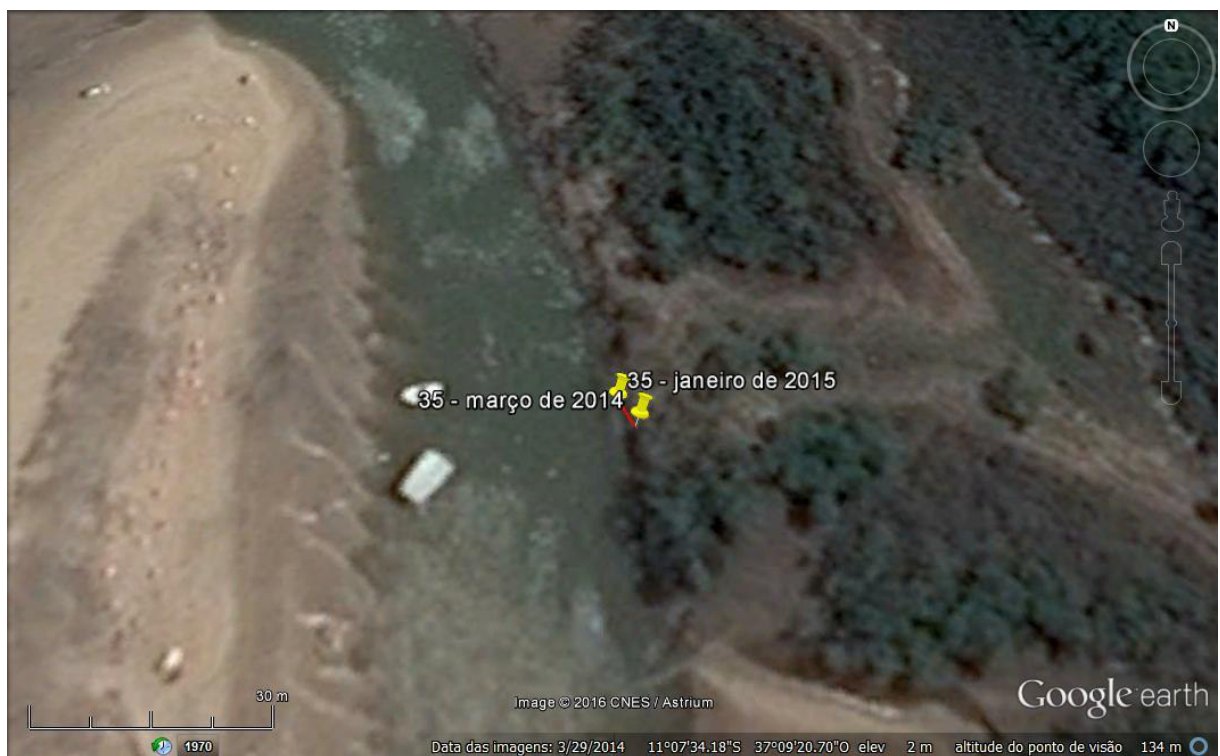
As figuras 32 – 34 abaixo mostram a localização dos peixes que foram observados em mais de um momento nos pontos Viral (Figura 32), Caruara (Figura 33) e Riacho da Baleia (Figura 34). Na maioria dos mapas, observa-se que houve uma baixa movimentação dos peixes entre as duas ou mais observações realizadas, confirmando que o *H. reidi* possui uma alta fidelidade ao hábitat. Porém, alguns peixes foram encontrados distantes do ponto de observação inicial, e esse padrão de movimentação provavelmente ocorre devido as correntes de maré, que são utilizadas pelos cavalos-marinhos para sua locomoção, como ocorre nos mapas dos indivíduos 12, 31, 42, 43, 48, 60, 86 e 80 da Figura 37. Esse padrão de movimentação foi observado com frequência no ponto Riacho da Baleia, já que os indivíduos se deslocavam para a parte mais interna dos rios na maré baixa, provavelmente em busca de um substrato para a fixação, pois as raízes das árvores de manguezal ficavam emersas durante esse período na parte inicial dessa região, o que foi observado que não ocorria na região mais interna do rio. Já em uma situação de maré relativamente mais cheia, os peixes também eram encontrados na parte inicial desse rio, pois as raízes das árvores encontravam-se novamente submersas, o que demonstra um deslocamento influenciado em grande parte pela maré no local.

Figura 32 - Mapas do padrão de movimentação dos peixes monitorados no ponto Viral

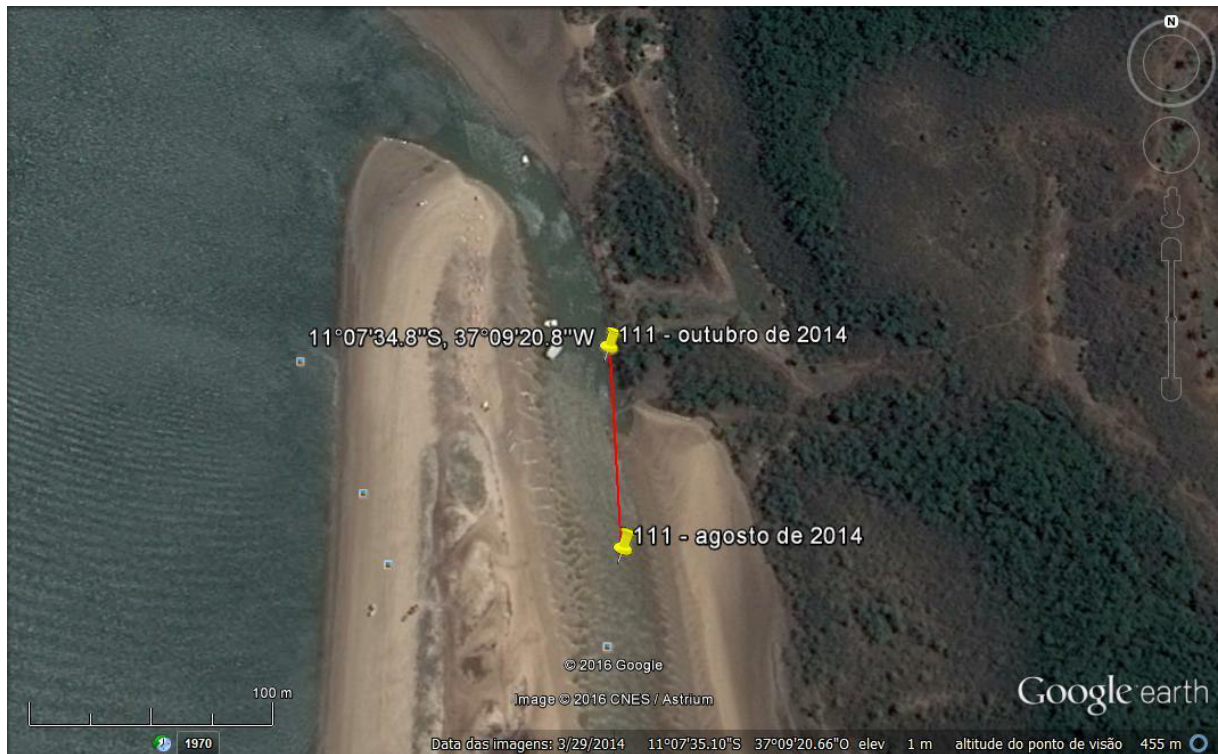
(a) Indivíduo 27



(b) Indivíduo 35



(c) Indivíduo 111



(d) Indivíduo 119





Figura 33 - Mapas do padrão de movimentação dos peixes monitorados no ponto Caruara

(a) Indivíduo 39



(b) Indivíduo 95



Figura 34 - Mapas do padrão de movimentação dos peixes monitorados no ponto Riacho da Baleia

(a) Indivíduo 12

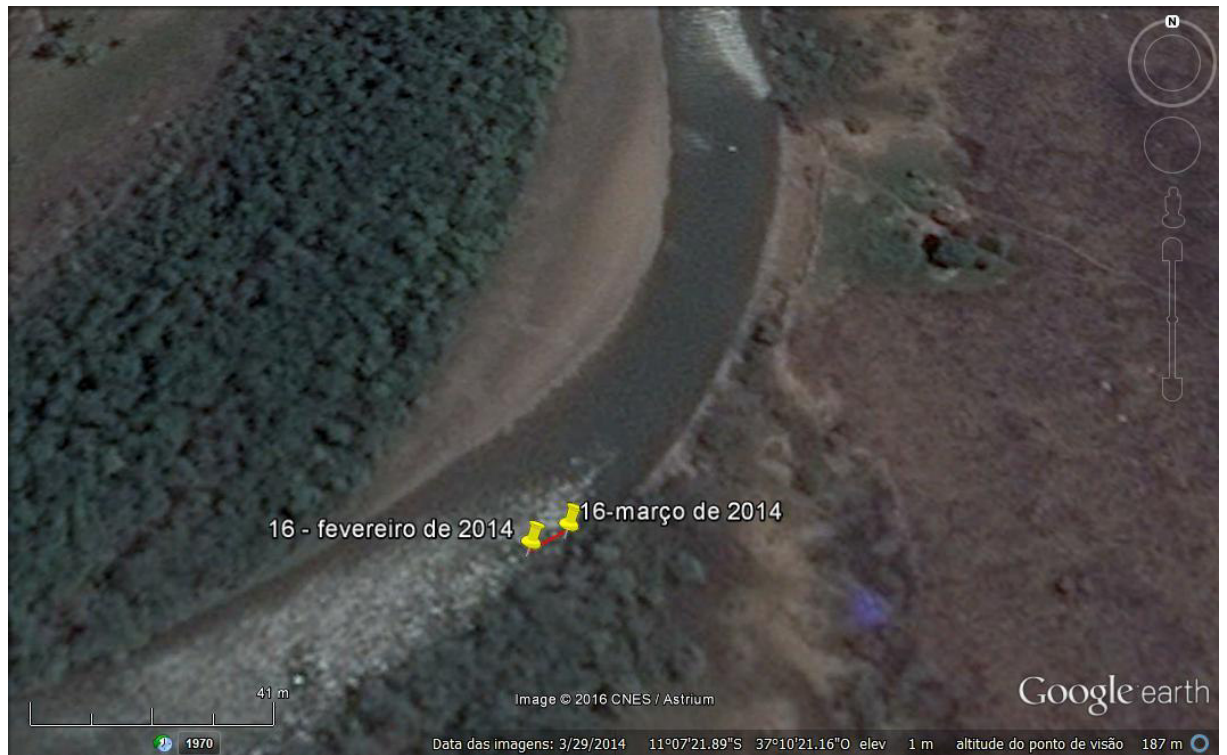


(b) Indivíduo 14





(c) Indivíduo 16



(d) Indivíduo 17

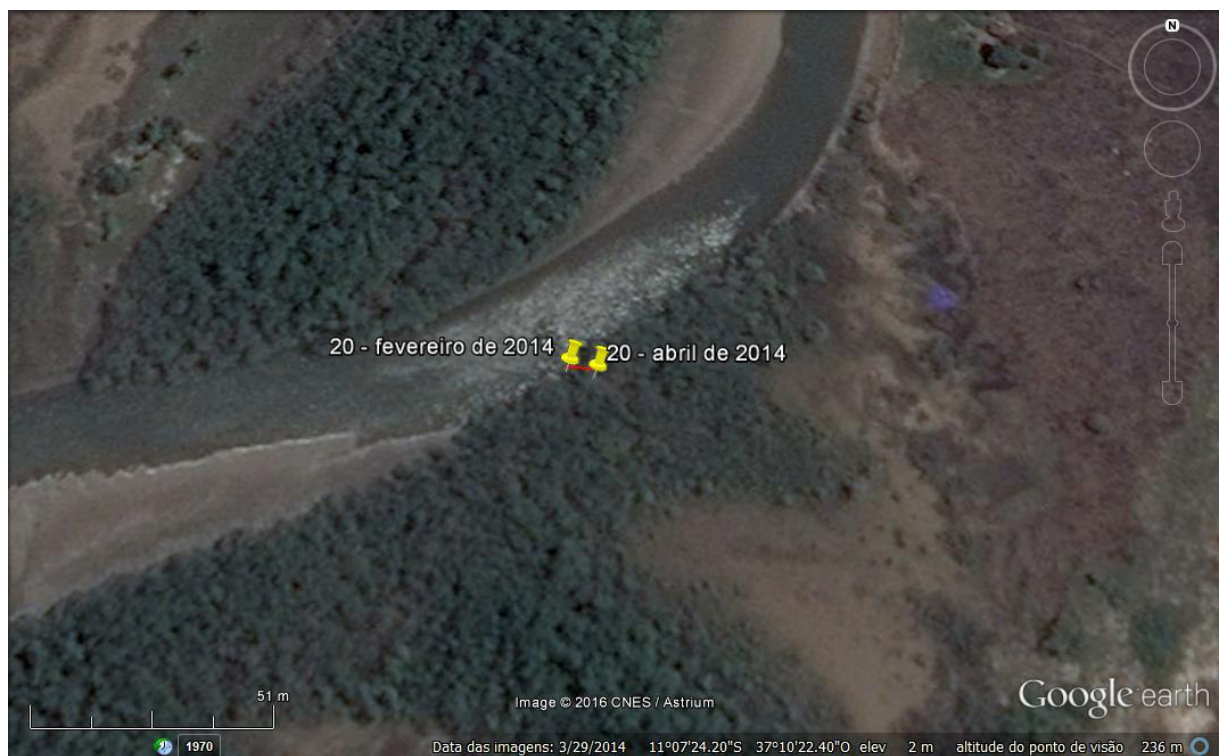




(e) Indivíduo 19



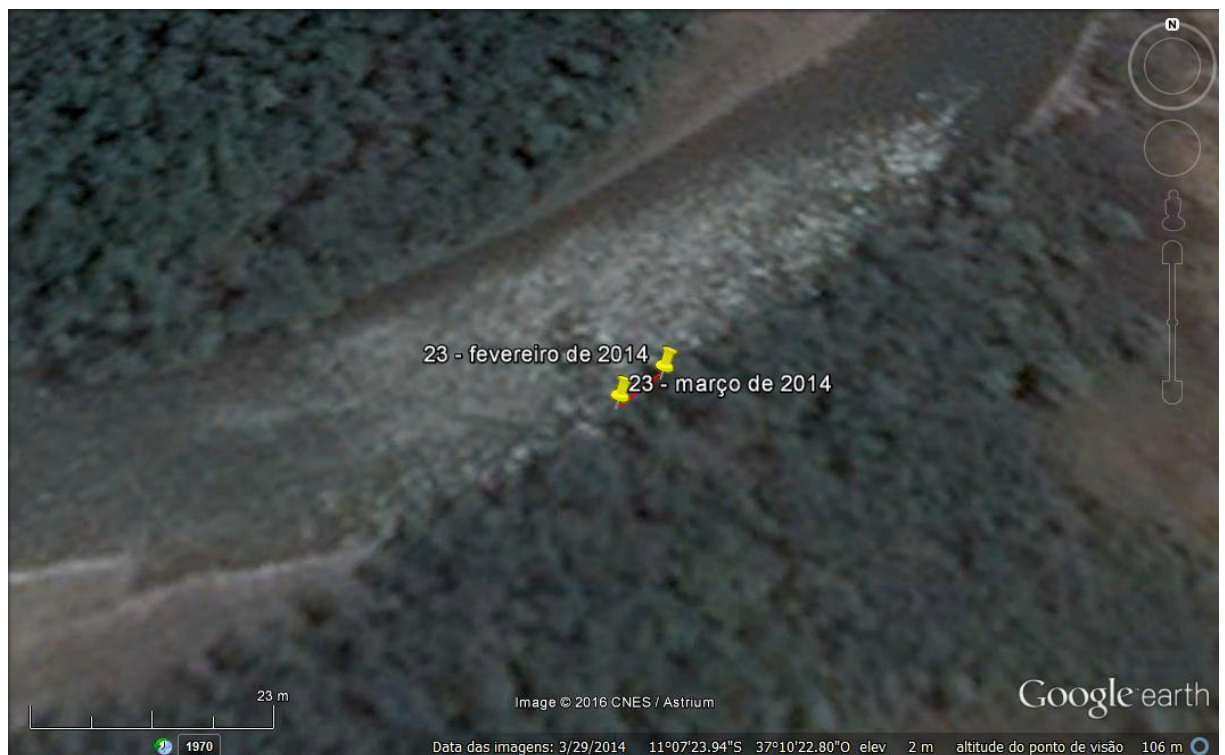
(f) Indivíduo 20



(g) Indivíduo 21



(h) Indivíduo 23

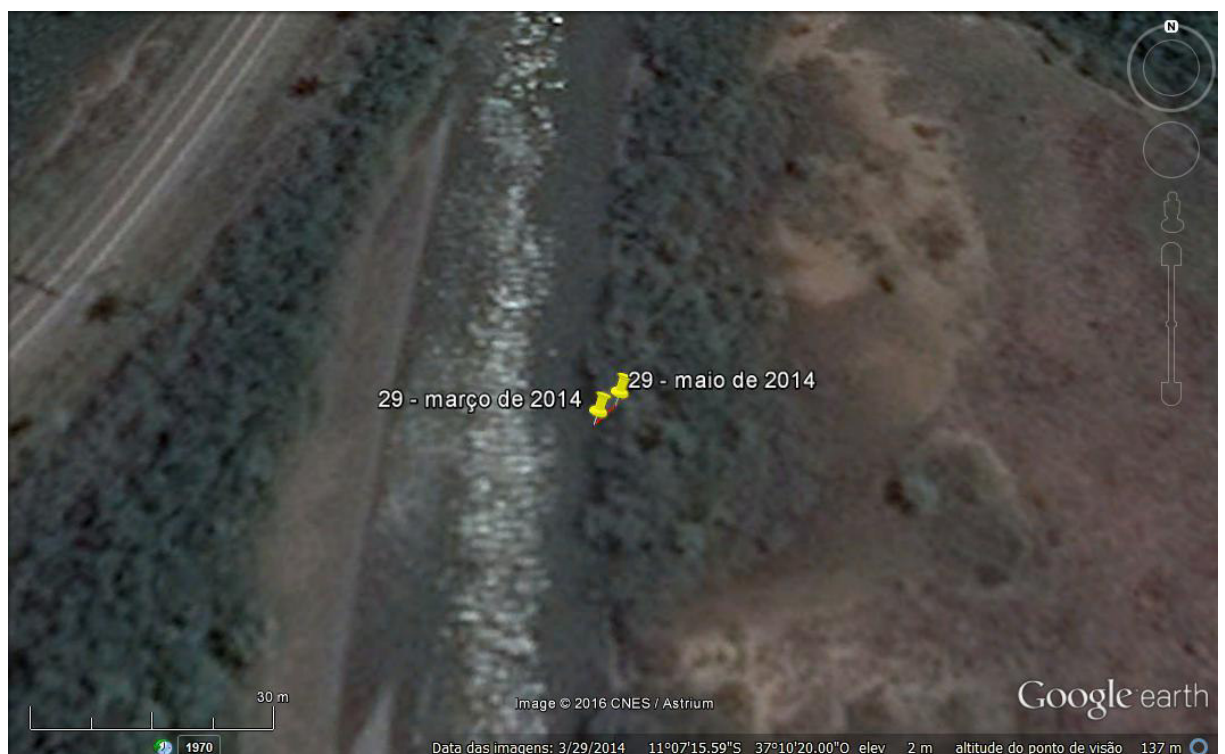




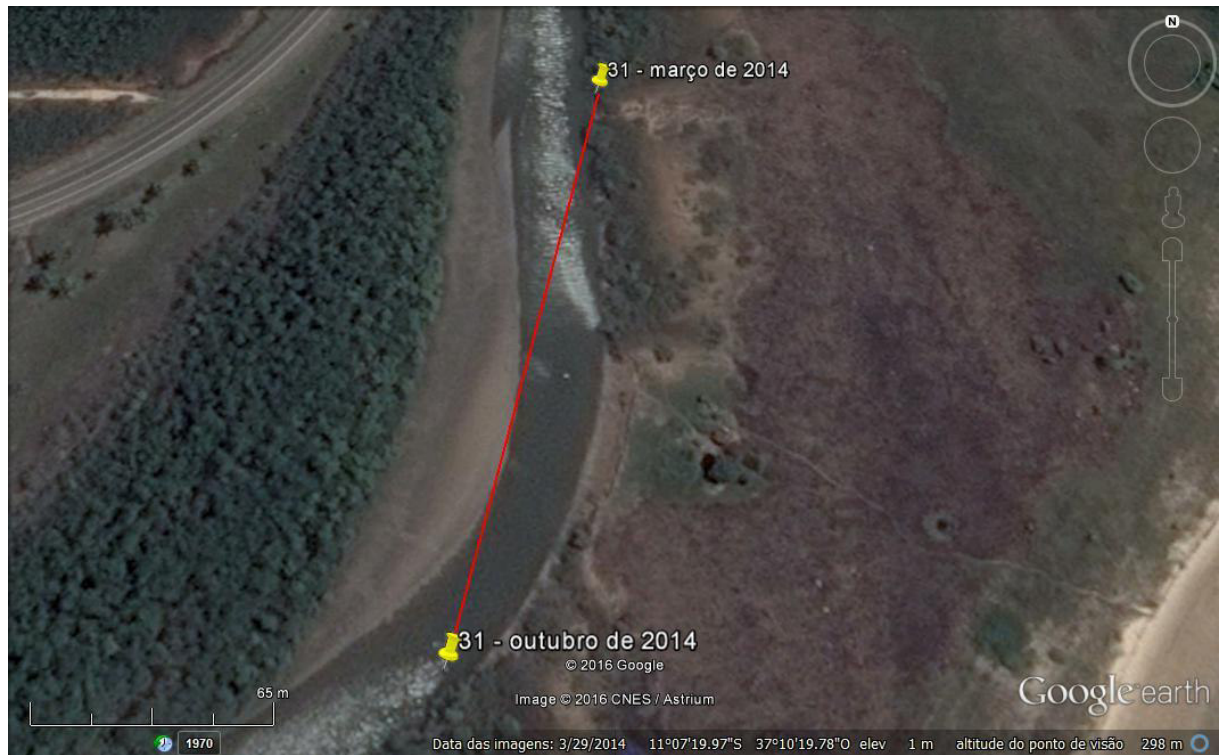
(i) Indivíduo 24



(j) Indivíduo 29



(k) Indivíduo 31



(l) Indivíduo 32





(m) Indivíduo 42



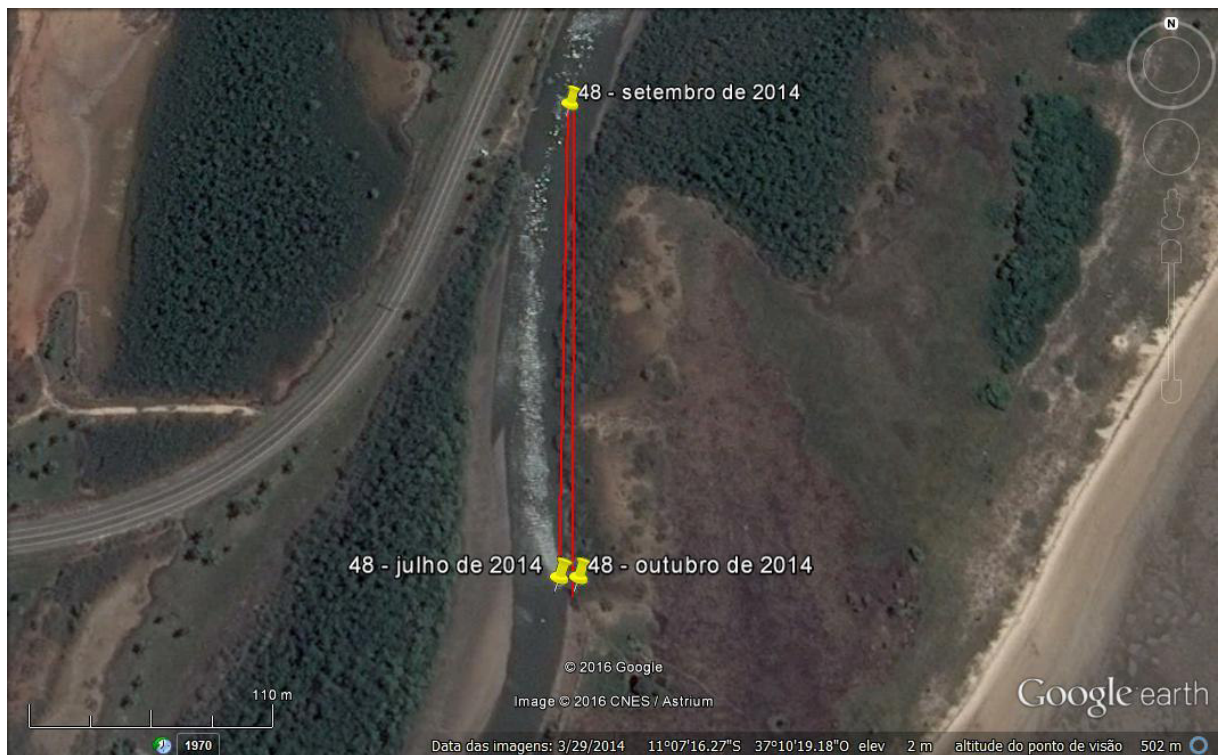
(n) Indivíduo 43



(o) Indivíduo 45



(p) Indivíduo 48





(q) Indivíduo 54



(r) Indivíduo 57



(s) Indivíduo 60

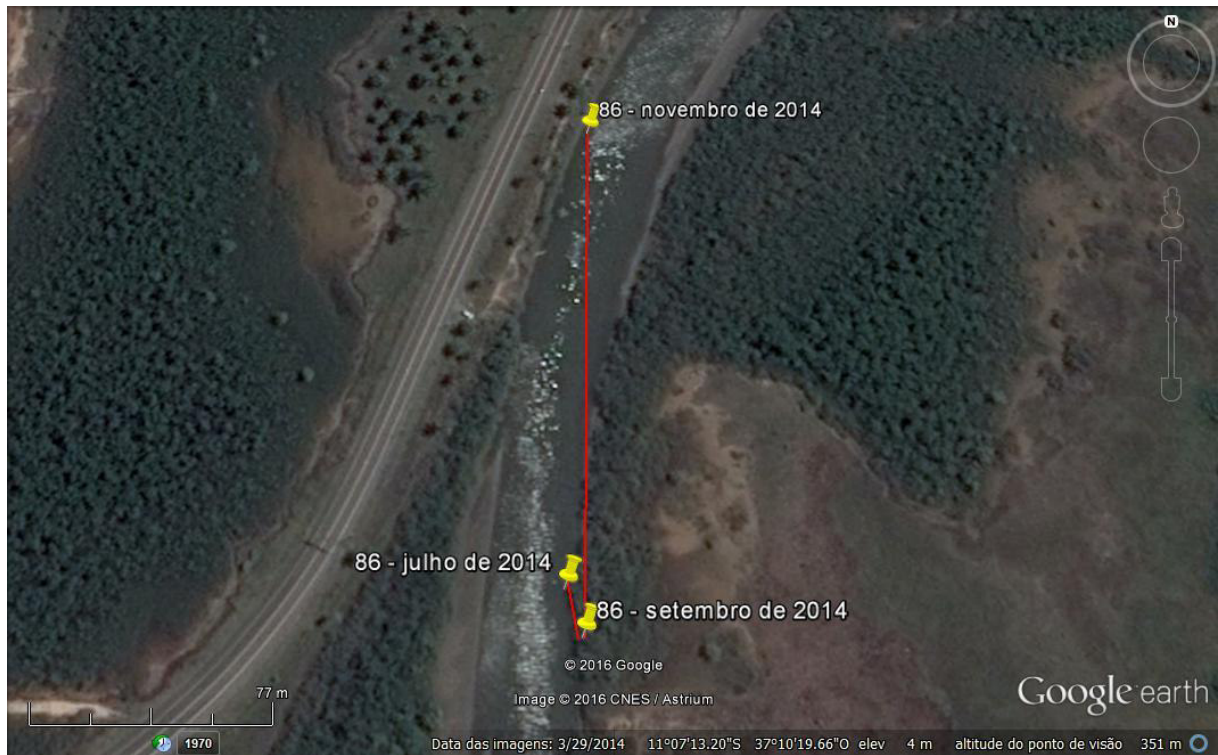


(t) Indivíduo 85





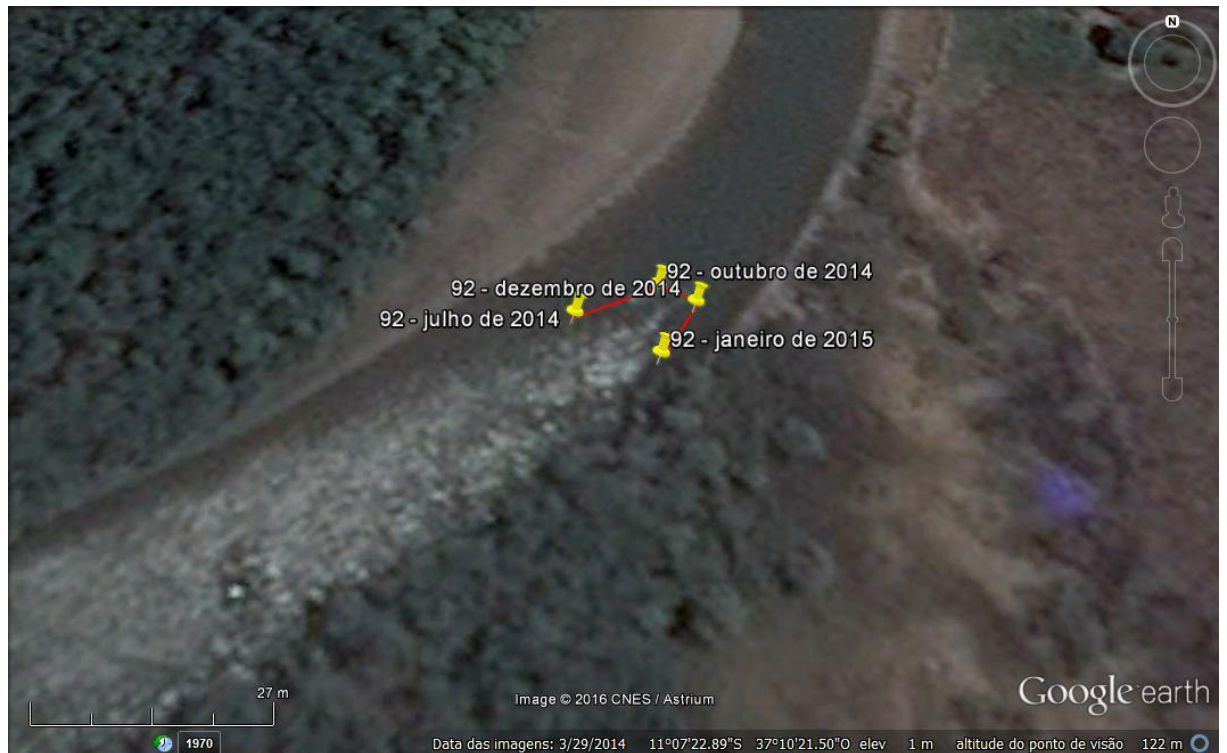
(u) Indivíduo 86



(v) Indivíduo 90



(w) Indivíduo 92



(x) Indivíduo 106





(y) Indivíduo 117



(z) Indivíduo 126



(aa) Indivíduo 152



## 5. PROPOSTAS DE GESTÃO PARA A ESPÉCIE

Como já citado na introdução, a Portaria do Ministério do Meio Ambiente nº 445, publicada em 17 de dezembro de 2014 reconhece como espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção aquelas constantes da "Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção - Peixes e Invertebrados Aquáticos". No anexo 1 da portaria, a espécie *H. reidi* é apontada como vulnerável. O artigo 2º determina que as espécies constantes da lista, classificadas nas categorias Extintas na Natureza (EW), Criticamente em Perigo (CR), Em Perigo (EN) e Vulnerável (VU) ficam protegidas de modo integral, incluindo, entre outras medidas, a proibição de captura, transporte, armazenamento, guarda, manejo, beneficiamento e comercialização, sendo que essas atividades somente poderão ser permitidas para fins de pesquisa ou para a conservação da espécie, mediante autorização do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. O artigo 3º da mesma portaria aponta que para as espécies ameaçadas classificadas na categoria vulnerável (VU) poderá ser permitido o uso sustentável, desde que regulamentado e autorizado pelos órgãos federais competentes e atendendo minimamente aos seguintes critérios: não ter sido classificada como ameaçada de extinção desde a avaliação anterior, publicada pela Instrução Normativa no 05, de 2004 (instrução esta que aponta o *H. reidi* no anexo 2, que lista as espécies de invertebrados aquáticos e peixes sobreexplotadas ou ameaçadas de sobreexplotação), ou não ser objeto de proibição em normas específicas; II - estar em conformidade com a avaliação de risco de extinção de espécies; III - existência de dados de pesquisa ou monitoramento que subsidiem tomada de decisão sobre o uso e conservação da espécie na área a ser autorizada; IV - adoção de medidas de preservação das espécies e de mitigação de ameaças, incluindo aquelas decorrentes de recomendações internacionais; e V - adoção de medidas indicadas nos PAN aprovados, quando existentes.

No Apêndice II da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Selvagens em Perigo de Extinção (Cites), da qual o Brasil é signatário, todas as espécies do gênero *Hippocampus* estão inclusas. Esta convenção pede que os países signatários exportadores de cavalos-marinhos passem a monitorar e controlar o comércio, cujas exportações são feitas mediante autorizações específicas, baseadas na demonstração de que as capturas não são prejudiciais às populações

naturais. Além disso, há a recomendação da adoção da altura mínima de 10 cm como tamanho mínimo de comercialização internacional para as populações naturais desses animais (CITES, 2005).

Já a Instrução Normativa do IBAMA nº 56 de 23/11/2004, que dispõe sobre a permissão para captura, transporte e comercialização de exemplares vivos de peixes marinhos nativos do Brasil para uso ornamental., permite a captura de 250 indivíduos de *H. reidi*, por ano, por empresa.

O Decreto nº 3.607, de 21 de setembro de 2000, determina a obrigatoriedade de licenças de exportação/importação para as espécies constantes nos apêndices da Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Selvagens Ameaçadas de Extinção (Cites). Este decreto determina que as licenças somente poderão ser concedidas mediante a emissão de parecer, pela autoridade científica, atestando que a exportação não prejudicará a sobrevivência da espécie, e verificação, pela autoridade administrativa, de que o transporte não causará danos ao espécime, que deve ter sido adquirido legalmente.

A legislação ambiental brasileira é bastante confusa, sendo que informações dentro de uma mesma portaria se contradizem, e enquanto uma portaria prega a conservação da espécie, uma instrução normativa permite a sua captura para fins comerciais.

Considerando a portaria inicialmente citada, ressalta-se a ausência de dados de pesquisa ou monitoramento que subsidiem a tomada de decisão sobre o uso e conservação do *H. reidi*. Em decorrência dessa insuficiência de informação sobre a espécie, é complicado estabelecer uma quantidade de licenças para a captura desses animais, já que não se tem conhecimento da situação da população desses animais em várias regiões do país. Além disso, a Instrução Normativa que delibera sobre as licenças estabelece o número de animais por empresa, porém não estabelece o número de empresas que poderão participar desse comércio.

Na área estudada não existem relatos de captura de cavalos-marinhos para comercialização, porém pescadores informaram que essa prática era realizada alguns anos atrás por algumas pessoas, que coletavam os cavalos-marinhos para serem usados de forma medicinal, para ajudar no tratamento de asma.

Por outro lado, existe registro de venda de cavalos-marinhos na forma seca em barracas de ervas medicinais no Mercado Thales Ferraz, no centro de Aracaju; e na Feira de Glória, interior de Aracaju. No mercado em Aracaju eles não ficam expostos, mas quando os comerciantes são questionados, buscam os cavalos-marinhos no interior da loja, já embalados individualmente, e o preço varia entre R\$5,00 e R\$10,00. Em Glória, os cavalos-marinhos ficam expostos, também na forma seca e são vendidos por R\$10,00 a unidade (Figura 38). Os relatos apontam que esses cavalos-marinhos vendidos na forma seca vem da captura incidental de barcos de arrasto de camarão.

Figura 35 – Cavalos-marinhos sendo vendidos na Feira de Glória



Fonte: Natali Oliveira

A comercialização dos cavalos-marinhos na forma seca é realizada de forma informal, por um mercado não registrado e não controlado, impossibilitando que se tenha informações fidedignas sobre a origem e a quantidade dos cavalos-marinhos comercializados.

Harasti, (2004) questiona se a criação de áreas marinhas protegidas poderia beneficiar os cavalos-marinhos, e aponta que existem poucos dados que corroboram ou não isso. Através de um estudo na Austrália com o *Hippocampus whitei* em quatro locais diferentes, sendo dois protegidos e dois não protegidos, o autor mostra a importância do monitoramento de prazo, já que as populações de cavalos-marinhos variam consideravelmente ao longo do tempo. Harasti ressalta que medidas como a criação de áreas de proteção devem ser tomadas com cautela, sendo que o autor verificou em seu estudo uma considerável diminuição dos cavalos-marinhos nas áreas protegidas, pois houve um considerável aumento dos predadores desses animais nessas áreas. Outras ferramentas de gestão podem ser aplicadas com o objetivo de conservar as espécies de cavalos-marinhos, como a remoção de práticas de pesca que destroem os habitats destes animais, a criação de novos habitats e a restauração de habitats perturbados. Como mencionado na área de estudo, o ponto Riacho da Baleia, de maior abundância do *H. reidi*, pertence à Área de Proteção Ambiental do Litoral Sul, porém não foram observadas medidas de conservação ou programas informativos para a população específicos para a espécie estudada. De qualquer modo, ressalta-se a importância da continuidade do monitoramento da espécie no estado de Sergipe para que as melhores estratégias de conservação sejam tomadas.



## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho concluiu que existe uma população de cerca de 400 cavalos marinhos da espécie *H. reidi* nas áreas estudadas. Essa população possui uma alta densidade quando comparada às densidades populacionais da espécie apresentadas em outros estudos, e está distribuída em manchas, estando associadas às raízes das árvores do manguezal. Na área não existe a coleta dos cavalos-marinhos para fins comerciais, sendo que a maior ameaça dessa população estudada é a degradação do meio ambiente. O estuário do Rio Vaza-Barris e seu entorno estão ambientalmente ameaçados, seja pelo desmatamento do manguezal, pela descarga de poluentes ao longo do estuário e pela especulação imobiliária, que exerce uma grande pressão na região. O estudo propõe que as áreas de ocorrência do *H. reidi* sejam efetivamente protegidas, que se evite e fiscalize o desmatamento do manguezal e que os poluentes, seja de origem doméstica, da agricultura ou carcinocultura, sejam tratados antes de serem lançados no estuário. Além disso, o trânsito de embarcações e jet-skis, e atividades de pesca devem ser evitadas nas áreas onde os cavalos-marinhos residem. A presença do *H. reidi* no estuário do Rio Vaza-Barris pode ser explorada de modo a preservar não só os cavalos-marinhos, mas toda a área estudada, agregando valor turístico à região.

Devem ser realizados outros estudos sobre a espécie em outros locais do estuário do Rio Vaza-Barris, e também nos outros estuários do estado, afim de documentar e monitorar a espécie em Sergipe. Também são importantes estudos sobre a fauna acompanhante da pesca de camarão no estado, com o objetivo de saber se existe a captura regular do *H. reidi* nessa modalidade de pesca.

De forma geral, recomendamos que o *H. reidi* entre nos mapas de bordo e nas estatísticas pesqueiras do país, e que o comércio desses animais seja proibido até que se tenha informação científica suficiente sobre o estado de sustentabilidade dessas populações na natureza.

Por fim, é importante ressaltar que as características ecológicas apresentadas, tais como fidelidade ao parceiro, fidelidade ao hábitat, baixa mobilidade, e distribuição em manchas, só tornam o *H. reidi* ainda mais vulnerável, fazendo com que o

monitoramento da espécie e a conservação dos locais onde ela habita sejam ainda mais essenciais para a preservação da mesma.

## REFERÊNCIAS

ALVES, R.R.N; ROSA, I.L. Zootherapeutic practices among fishing communities in North and Northeast Brazil: A comparison. **Journal of Ethnopharmacology**, n. 111 p. 82–103, 2007.

BAUM, J. K.; VINCENT, A. C. J. Magnitude and inferred impacts of the seahorse trade in Latin America. **Environmental Conservation**, v. 32, p. 305-319, 2005.

BERGET, B. A.; WAINRIGHT, P. C. Morphology and kinematics of prey capture in the syngnathid fishes *Hippocampus erectus* and *Syngnathus floridae*. **Marine Biology**, v. 127, p. 563-570, 1997.

BROWER, J.E. & Zar, J.H.; 1984. **Field & laboratory methods for general ecology**. 2 ed. Wm. C. Brown Publishers, Dubuque, Iowa, 226p.

BRUNER, E.; BARTOLINO V. Morphological Variation in the Seahorse Vertebral System. **Int. J. Morphol.**, v. 26(2), p. 247-262, 2008.

CARLOS, M.T. de L.; RIBEIRO, F.; Wainberg, A. A. Produção de cavalo-marinho em tanque rede. **Panorama da Aquicultura**, maio/junho, p. 32-37, 2009

CASELLA, L.L.C. Unidades de Conservação e turismo: uma oportunidade para as áreas do entorno. Anais do VIII Congresso Nacional de Ecoturismo e do IV Encontro Interdisciplinar de Ecoturismo em Unidades de Conservação. **Revista Brasileira de Ecoturismo**, São Paulo, v.4, n.4, p. 573, 2011.

CASTRO, A. L. da C.; DINIZ, A. de F.; MARTINS, I. Z.; VENDEL, A. L.; OLIVEIRA, T. P. R de; ROSA, I. M. de L. Assessing diet composition of seahorses in the wild using a non destructive method: *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) as a study-case. **Neotropical Ichthyology**, v. 6, n.4, p. 637-644, 2008.

CHAO, L. N.; PEREIRA, L. E.; VIEIRA, J. P. Relação alimentar dos peixes estuarinos e marinhos da Lagoa dos Patos e região costeira adjacente, Rio Grande do Sul, Brasil. **Atlântica**, v. 5, p. 67-75, 1982.

COEHEN, M.; SILVA, J. F. da. Evaluation of collaborative strategies for ecotourism and recreational activities in natural parks of Rio de Janeiro. **RAP – Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 5, p. 1097-123, 2010.

CRA - CENTRO DE RECURSO AMBIENTAL. **Bacia Hidrográfica do Rio Vaza Barris**. 2010. Disponível em: <[www.seia.ba.gov.br/arquivo/rio\\_vaza\\_barris.pdf](http://www.seia.ba.gov.br/arquivo/rio_vaza_barris.pdf)>. Acesso em: 20 de julho de 2014.

CURTIS, J. M. R.; VINCENT, A. C. J. Life history of an unusual marine fish: survival, growth and movement patterns of *Hippocampus guttulatus* (Cuvier, 1829). **Journal of Fish Biology**, v. 68, n. 3, p. 707-733, 2006.

CURTIS, J. M. R. Visible implant elastomer color determination, tag visibility, and tag loss: Potential sources of error for mark-recapture studies. **North American Journal of Fisheries Management**, v. 26, n. 2, p. 327-337, 2006.

DIAS, T.L.; ROSA, I.L. Habitat preferences of a seahorse species, *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) in Brazil. **Aqua J. Ichthyol. Aquat. Biol.**, v. 6, n. 4, p. 165-176, 2003.

EL-DEIR, A. C. A.; COLLIER, C. A.; ALMEIDA NETO, M. S. de; SILVA, K. M. de S.; POLICARPO, I. da S.; ARAÚJO, T. A. S.; ALVES, R. R. N.; ALBUQUERQUE, U. P. de; MOURA, G. J. B. de. Ichthyofauna Used in Traditional Medicine in Brazil. **Hindawi Publishing Corporation: Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**. v. 2012.

FONTES, A. L.; CORREIA, A. L. F.; ARAÚJO, H. O. M.; COSTA, J. J. A bacia costeira do rio vaza barris: condicionantes geoambientais e morfodinâmica das praias oceânicas adjacentes. In: **VI Seminário Latino-Americano de Geografia Física/ II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física**, 2010, Coimbra: Universidade de Coimbra, 2010.

FOSTER, S.; VINCENT, A.C.J. The life history and ecology of seahorses, *Hippocampus spp.*: implications for conservation and management. **J. Fish Biol.** V. 65, p. 1-61, 2004.

FRERET-MEURER, N. V.; ANDREATA, J. V. Field Studies of a Brazilian Seahorse Population, *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. **Braz. arch. biol. technol.**, v.51 n.4, p. 743-751, 2008.

FRERET-MEURER, N. V.; ANDREATA, J. V.; ALVES, M. A. S. Padrão de atividade diurnal do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no estado do Rio de Janeiro. **Oecol. Bras.**, v. 13, n. 1, p. 89-98, 2009.

HARASTI, D.; MARTIN-SMITH, K.; GLADSTONE, W. Does a No-Take Marine Protected Area Benefit Seahorses? **Plos One**, v. 9, issue 8, 2014.

HOEFFEL, J. L.; FADINI, A. A. B.; MACHADO, M. K.; REIS, J. C. Trajetórias do Jaguar – unidades de conservação, percepção ambiental e turismo: um estudo na APA do Sistema Cantareira, São Paulo. **Ambiente & Sociedade**, Campinas, v. XI, n. 1, p. 131-148, jan. -jun. 2008.

HORA, M.S.C.; JOYEUX, J.C. Cultivo de cavalo marinho, *Hippocampus reidi*, GINSBURG, 1933. (TELEOSTEI: SYNGNATHIDAE). In: **XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar/XII COLACMAR**. Florianópolis, 2007.

ICMBIO (Instituto Chico Mendes de Biodiversidade). **Lista de Espécies Ameaçadas**. Disponível em: [www.icmbio.gov.br](http://www.icmbio.gov.br). Acesso em: maio de 2015,

JAMES, P. L.; HECK, K. L. J. The effects of habitat complexity and light intensity on ambush predation within a simulated seagrass habitat. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 176, p. 187-200, 1994.

JOB, S. D.; DO, H. H.; MEEUWIGC, J. J.; HALL, H. J. Culturing the oceanic seahorse, *Hippocampus kuda*. **Aquaculture**, v. 214, p. 333-341, 2002

KREBS, C.J. Demographic changes in fluctuating of *Microtus californicus*. In: **Ecological Monographs**, v.36:239-73, 1996.

KUITER, R. H. Seahorses and their relatives. **Seaford: Aqua Photographics**, 334 p, 2009.

Le Cheminant, J. **An investigation to establish the suitability of Opalithplattchen (Bee Tag), Fly and Visible Implant Fluorescent Elastomer (VIFE) tagging**

**systems for marking the Knysna seahorse, *Hippocampus capensis*.** M.Sc. thesis, Bournemouth University. 83 pp, 2000.

LOURIE, S.A.; VINCENT, A.C.J. e HALL, H.J. **Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation.** London: Project Seahorse, London, 1999.

MAI, A.C.G.; ROSA, I.M.L. Aspectos ecológicos do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no estuário Camurupim/Cardoso, Piauí, Brasil, fornecendo subsídios para a criação de uma Área de Proteção Integral. **Biota Neotrop.**, v. 9, n. 3, p. 085-091. 2009.

MATTLE, B.; WILSON, A. B. Body size preferences in the pot-bellied seahorse *Hippocampus abdominalis*: choosy males and indiscriminate females. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, v. 63, p. 1403–141, 2009.

MICHAEL, S. W. Reef fishes: a guide to their identification, behavior, and captive care – volume 1. 2.ed. **Neptune City:** T.F.H Publications, 624 p, 2001.

MOURA, S.P.G. de, 2014. **Marcação de animais marinhos: Métodos invasivos versus Métodos não-invasivos.** Série Ensaio: Ética no Uso de Animais e Bem-estar Animal. Disponível em: <http://etologia-no-dia-a-dia.blogspot.com.br/>. Acesso em: janeiro de 2015.

MUNRO, J.L. Estimation of the parameters of the von Bertalanffy growth equation from recapture data at variable time intervals. **Journal du Conseil International pour l'Exploration de la Mer**, v. 40, 199–200, 1982.

NELSON, J. S. **Fishes of the world.** 4ª edição. New York: John Wiley & Sons. 601p. 2006.

OLIVEIRA, L.W.A. 2010. **Cultivo de juvenis recém-nascidos do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* (Ginsburg, 1933), com diferentes protocolos de alimentação e manejo.** Recife, Pernambuco: Universidade Federal Rural de Pernambuco: Programa de Pós-Graduação em Recursos Pesqueiros e Aquicultura, 2010.

ORTEGA-SALAS, A.A.; REYES-BUSTAMANTE, H. Fecundity, survival, and growth of the seahorse *Hippocampus ingens* (Pisces: Syngnathidae) under semi-controlled conditions. **Rev. Biol. Trop.** (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744), v. 54, n. 4, p. 1099-1102, 2006.

OSÓRIO, F.M., GODINHO, W.O. & LOTUFO, T.M.C. Fish fauna associated to mangrove roots at the Pacoti River estuary. **Biota Neotrop.**, v. 11, n. 1. Disponível em: <<http://www.biotaneotropica.org.br/v11n1/en/abstract?short-communication+bn00711012011>>. Acesso em: 15 de agosto de 2014.

PERANTE, N.C., PAJARO, M.G., MEEUWIG, J.J. AND VINCENT, A.C.J., Biology of a seahorse species *Hippocampus comes* in the central Philippines. **Accepted by Journal of Fish Biology**, 2002.

PIACENTINO, G. L. & D. C. LUZZATTO. *Hippocampus patagonicus* sp. nov., nuevo caballito de mar para la Argentina (Pisces, Syngnathiformes). **Rev. Mus. Argentino Cienc. Nat.**, n. s. 6(2): 339-349, 2004.

Project Seahorse. **The seahorse trade**. 2009. Disponível em: <[www.projectseahorse.org](http://www.projectseahorse.org)>. Acesso em: 15 de fevereiro de 2014.

ROSA, I.L., DIAS, T.L.; BAUM, J.K. Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Syngnathidae). **Environ. Biol. Fishes.**, v. 64, n. 4, p. 378, 2002.

ROSA, I.M.L., ALVES, R.R.N., BONIFÁCIO, K.M., MOURÃO, J.S., OSÓRIO, F.M., OLIVEIRA, T.P.R. e NOTTINGHAM, M.C. Fishers' knowledge and seahorse conservation in Brazil. **J. Ethnobiol. Ethnomed.**, v.1, p.1-15. 2005.

ROSA, I.M.L.; OLIVEIRA, T.P.R.; CASTRO, A.L.C.; MORAES, L.E.S.; XAVIER, J.H.A.; NOTTINGHAM, M.C.; DIAS, T.L.P.; BRUTO-COSTA, L.V.; ARAÚJO, M.E.; BIROLO, A. B.; MAI, A.C.G.; MONTEIRO-NETO, C. Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. **Neotrop. Ichthyol.**, v. 5, n.3, p. 405-414, 2007.

ROSS, S.; WALL, G. Ecotourism: towards congruence between theory and practice. **Tourism Management**, n. 20, p. 123-132, 1999.

SAMPAIO, F.D.F.; FREIRE C. A.; SAMPAIO T.V.M.; VITULE J.R.S.; FÁVARO, L.F. The precautionary principle and its approach to risk analysis and quarantine related to the trade of marine ornamental fishes in Brazil. **Marine Policy**, v. 51, p. 163–168, 2015.

SANCHEZ-CAMARA, J; BOOTH, D. J. Movement, home range and site fidelity of the weedy seadragon *Phyllopteryx taeniolatus* (Teleostei: Syngnathidae). **Environmental Biology of Fishes**, v. 70, n. 1, p. 31-41, 2004.

SILVEIRA, R. B. Alguns aspectos da reprodução e desenvolvimento de cavalos marinhos. In: GARCIA, S. M. L.; GARCIA, C. (Ed.). **Embriologia**. Porto Alegre: Artmed Editora, p. 212-222, 2001.

SILVEIRA, R. B. **Dinâmica populacional do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, Pernambuco, Brasil**. Tese (Doutorado). Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2005.

SILVEIRA, R. B.; FONTOURA, N. F. Fecundity and fertility of the longsnout seahorse, *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae), in tropical Brazil. **Brazilian Journal of Biosciences**, Porto Alegre, v. 8, n. 4, p. 362-367, out. /dez. 2010.

THOMSON, D. A.; FINDLEY, L. T.; KERSTITCH, A. N. Reef fish of the Sea of Cortez: the rocky fishes of the Gulf of California. 3.ed. Austin: **University of Texas Press**, 353 p, 2000.

VINCENT, A. C. J. Seahorses exhibit conventional sex roles in mating competition, despite male pregnancy. **Behaviour**, v. 128, n. 1-2, p. 135-51, 1994.

VINCENT, A.C.J.; SADLER, L.M. Faithful pair bonds in wild seahorses, *Hippocampus whitei*. **Animal Behaviour**, v,50, p.1557-1569, 1995.

VINCENT, A.C.J. An uncertain future for seahorses. **Marine Conservation**, v. 3, n. 9, p. 8–9, 1996a.

VINCENT, A. C. J. **The international Trade in Seahorses**. Traffic International, Cambridge, 1996b. 163p.

WILLADINO, L.; SOUZA-SANTOS, L. P.; MÉLO, R. C.S; BRITO, A. P; BARROS, N. C.S.; ARAÚJO-CASTRO, C. M.V.; GALVÃO, D. B.; GOUVEIA, A.; REGIS, C. G.; CAVALLI, R. O. Ingestion rate, survival and growth of newly released seahorse *Hippocampus reidi* fed exclusively on cultured live food items. **Aquaculture**, v. 360–361, p. 10–16, 2012.

WOODS, C. M. C. Preliminary observations on breeding and rearing the seahorse, *Hippocampus abdominalis* (Teleostei: Syngnathidae) in captivity. **New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research**, n. 34, p. 475-485, 2000.



**APÊNDICE 1 – Modelo de ficha de campo utilizada para inserção de dados abióticos e bióticos durante a campanha amostral**

MONITORAMENTO E CONSERVAÇÃO DE CAVALOS- MARINHOS (Syngnathidae – *Hippocampus spp.*)  
NO ESTUÁRIO DO RIO VAZA-BARRIS – SE

DATA: \_\_\_\_\_ PESSOAS PRESENTES: \_\_\_\_\_

DADOS ABIÓTICOS						
Localização						
FASE	CHEGADA	SAÍDA	CHEGADA	SAÍDA	CHEGADA	SAÍDA
HORÁRIO						
MARÉ						
TRANSPARÊNCIA						
PH						
O <sup>2</sup> DISSOLVIDO						
TEMPERATURA						
SALINIDADE						
DO ppm						
ORP						
P. atm.						

OBSERVAÇÕES:

---



---



---



---



---



**APÊNDICE 2 – Modelo de ficha de campo complementar utilizada para inserção de dados relativos aos novos indivíduos marcados e suas respectivas localizações geográficas**

Data: \_\_\_\_\_

[illegible]



**APÊNDICE 3 – Modelo de ficha de campo complementar utilizada para averiguação dos indivíduos previamente marcados,  
e registro das respectivas localizações geográficas atualizadas**

Data: \_\_\_\_\_

Localização	Código	Sexo	Nº da tabela	Coordenada atual
CARUARA	11v12v13v14			
CARUARA	15v16v17v18a19a20a21	fêmea		
CARUARA	2a3v47a8			
CARUARA	2a3v4a5a6a7			
CARUARA	2a3v4a5v6a7			
CARUARA	2lateralv1v2v3v4	fêmea		
CARUARA	2v3a47a8			
CARUARA	2v3a4a5a6a7			
CARUARA	2v3v4v5v6a7	fêmea		
CARUARA	3v4v5v6a7a8	fêmea		
CARUARA	4v5a6v7a8	fêmea		
CARUARA	4v5v6v7	fêmea		
CARUARA	4v5v6v7a8			
CARUARA	6a7a8a9a10a11a12	fêmea		
CARUARA	6v7a810v1111a1214v15a16	macho		
CARUARA	6v7a810v11a1214v15a16			
CARUARA	7a812a13a14			
CARUARA	7a812v13v14			
CARUARA	7a8a912v13			
CARUARA	8v9v10v11a12a13	macho		